



SPECIAL ISSUE  
수소경제의 미래



**권두언**  
서울대학교 오세정 총장

**최고기술경영인 인터뷰**  
(주)삼양사 김영환 사장

**기술혁신 성공사례**  
(주)아이백스메디칼시스템즈 윤석호 대표



ISSN 2586-4963



# koita 창립 40주년 기념식 및 글로벌 포럼 2019

2019년 10월 2일(수) 10:00~16:30  
그랜드 인터컨티넨탈 서울 파르나스 호텔 그랜드볼룸

한국산업기술진흥협회는 창립 40주년을 맞이하여 한국의 경제성장을 이룩한 산업기술계와 함께 걸어온 협회의 발자취를 돌아보고 더 나은 미래를 향한 새로운 결의를 다지는 기념식을 개최합니다. 글로벌 포럼에서는 'Digital Transformation 시대, 함께하는 기술혁신'이라는 주제로 해외 주요 기업의 연사를 초청하여 우수사례를 공유하고, 우리 기업의 대응과 혁신 방안을 함께 모색합니다. 산업기술인 여러분의 많은 관심과 참여바랍니다.

구분	시간	프로그램	구분	시간	프로그램
40주년 기념식	10:00~10:10	개회식	글로벌 포럼	13:00~14:10	[기조강연] As billions of Users Go Digital, Is Your Company Falling Behind?
	10:10~10:20	환영사 및 축사		14:10~14:45	[주제발표1] 독일의 DT 혁신 및 우수기업 사례
	10:20~11:00	창립 40주년 기념 정부포상 시상식		14:45~14:55	참가자 네트워킹
	11:00~11:30	산업기술혁신 2030 비전선포식		14:55~15:30	[주제발표2] 일본의 DT 혁신 및 우수기업 사례
	11:30~12:30	오찬		15:30~16:00	[주제발표3] 한국의 DT 혁신 및 우수기업 사례
			16:00~16:30	[패널토론] 연사 전원 및 좌장(이명성 ㈜아이씨이랩 대표)	
			16:30	[ 폐 회 ]	

※글로벌포럼은 동시통역이 제공되며 상기 일정은 변경될 수 있습니다.

Be More Relevant. Be More Compelling. Be More Successful.

디지털 시대를 살아가는 소비자와 사회를 조명하고, 기업이 추구해야할 구체적인 디지털 혁신 실천 전략에 대해 고찰합니다.

기조연설

**Bob Evans**

에반스 전략 커뮤니케이션즈 창업자&대표  
前 Oracle 수석부사장  
前 SAP 전략 커뮤니케이션선 부문 부사장

---

**Norbert Luetke-Entrup**

지멘스 기술혁신경영부부장

**SIEMENS**

독일의 '인더스트리 4.0'과 근간이 되는 핵심 기술들을 다각도로 살펴보고, 데이터 경제의 '보호'와 '활용'간의 균형 등 도전과제에 대해 논의합니다.

---

**NEC**

일본은 'Society 5.0'을 실현하고자 디지털화에 주력하고 있고, 이런 흐름의 선봉에 있는 NEC의 디지털 혁신과 사회적 가치 창출에 대해 소개합니다.

**Katsumi Emura**

NEC 펠로우(前 CTO)

---

**이학성**

LS산전(주) DT총괄 사장

**LS산전**

한국 제조업계의 Digital Transformation 현황과 국내 DT 대표기업의 사례를 살펴보고, 우리 산업계가 나아가야할 DT지향점을 모색합니다.



▶ 신청방법 : 공식 홈페이지(www.koitaforum2019.com)를 통한 온라인 접수  
▶ 글로벌포럼 참가비 : 회원사 = 무료 / 비회원사 = 30만원

▶ 신청기간 : 2019년 9월 20일(금) 까지 (\* 선착순 400명 마감)  
▶ 등록안내 : 한국산업기술진흥협회 창립 40주년 기념식 및 글로벌 포럼 사무국

☎ 02)336-5330 ✉ info@koitaforum2019.com

**WINTELIPS**

언제나,  
한걸음,  
앞서갑니다

팀장님, 오늘 저 카퇴합니다!

특허팀 신입사원 김지훈씨는 오늘도 여지없이 정시 퇴근을 합니다.  
스마트한 특허분석서비스, 윈텔립스로 빠르게 업무를 마무리했기 때문입니다.

윈텔립스, 특허에 스마트함을 더하다 !

# CONTENTS

THE MONTHLY MAGAZINE OF TECHNOLOGY & INNOVATION  
VOL. 433 SEPTEMBER 2019

## SPECIAL ISSUE 수소경제의 미래

- 18 Special Issue INTRO**  
수소의 실체와 함께 살펴보는 수소경제의 미래  
유석현
- 24 Special Issue 01**  
그린 에너지 시대의 수소 생산 이생민
- 28 Special Issue 02**  
수소의 저장, 운송 및 충전 유영돈
- 34 Special Issue 03**  
수소경제의 필요조건, 수소 모빌리티의 확대 김세훈
- 37 Special Issue 04**  
수소경제 시대의 발전용 연료전지 역할 및 현황  
임희천
- 41 Special Issue 05**  
수소 정책과 로드맵 이승원
- 44 Special Issue 06**  
수소의 안전과 표준 강승규



**Cover**  
지구 온난화 문제로 인해 온실가스 배출 저감을 위한 대체 에너지의 필요성이 부상하고 있다. 표지는 우리나라가 수소 경제를 선도하기 위한 가능성 등 다양한 측면을 표현했다.

- 06 권두언**  
서울대학교 오세정 총장
- 08 최고기술경영인 인터뷰**  
(주)삼양사 김영환 사장



## INNOVATION

- 48 비즈니스 인사이트**  
플랫폼 기업의 가격 전략 2 정성철
- 52 기술혁신 성공사례**  
(주)아이벙스메디칼시스템즈 윤석호 대표



## TECHNOLOGY

### 58 Tech Issue 01

대면적 스퍼터링 방식을 이용한  
불소계 복합 나노 박막 기술 이상진

### 62 Tech Issue 02

식물로 바꾼 비즈니스 세상 '비거노믹스' 이형민

### 66 신기술(NET)인증 기술

### 68 신제품(NEP)인증 제품

## CULTURE

### 70 R&D 나침반

'명절증후군', 한의학으로 다스린다 류준영

### 72 아트 & 사이언스

70억 개 별이 반짝반짝 BTS의 <소우주> 최원석



70

## NEWS

### 74 기업연구소 총괄현황

### 76 대한민국 엔지니어상

8월 수상자

### 77 IR52 장영실상

2019년 수상제품(제29주~제32주)

### 78 koita Member News

### 82 koita News

### 84 koita Monthly Schedule

### 86 koita Member 제품 소개



82

## 모바일로 만나는 「기술과혁신」



매거진 e-book

스마트폰이나 태블릿 PC 등의 QR코드 인식 애플리케이션으로 QR코드를 스캔하시면 월간 「기술과혁신」을 e-book으로 보실 수 있습니다.

### 발행인 구자균

### 편집인 마창환

### 외부 편집위원

류석현(두산중공업 고문)

정세진(동아일보 차장)

오석균(소프트센 전무)

홍대순(글로벌전략정책연구원 원장)

박용삼(포스코경영연구원 수석)

김종균(유한양행 상무)

### 내부 편집위원

김상길 부부장, 이창주 팀장, 이덕현 팀장

편집 조희영 과장, 양다운 사원

### 발행처 한국산업기술진흥협회

www.koita.or.kr

주소 서울 서초구 바우뫼로 37길 37 산기협 회관

전화 02. 3460. 9071

팩스 02. 3460. 9079

신고번호 서초, 라11690

발행일 2019년 8월 30일 통권 제433호

기획·디자인 ㈜갑우문화사(02. 2275. 7111)

광고문의 deyang@koita.or.kr

「기술과혁신」에 실린 글의 내용은 한국산업기술진흥협회의 공식 의견과 다를 수 있습니다. 또한 게재된 글과 사진은 허가 없이 무단으로 사용할 수 없습니다.

# 기술혁신 시대의 교육개혁



글. 오세정 총장  
서울대학교

세계는 바야흐로 4차 산업혁명이라는 기술혁신 시대로 들어가고 있다. 인공지능, 사물인터넷, 빅데이터, 나노기술, 모바일 혁명 등이 동시에 몰려오면서 과거와는 전혀 다른 형태의 시대적 변화가 모든 분야에서 예상되는 것이다. 예를 들어 전기자동차와 자율주행 자동차가 주류가 되면 전 세계의 자동차 산업과 운수업은 지금과는 전혀 다른 모습이 될 것이다. 만일 인공지능을 이용한 진료가 일상화되고 인공지능 변호사가 나오면 의료 시장과 변호사 시장도 크게 바뀔 것이다. 또한 우버나 에어비앤비 등의 산업이 발전하면 소유보다 공유가 대세가 될 것이다. 이처럼 4차 산업혁명에 따른 산업구조의 변화와 고용 형태의 변화는 전방위적인 것으로 예상된다. 그리고 이러한 변화는 우리가 원하던 원치 않던 간에 우리에게 다가올 것이다.

사회적 갈등 또한 심각할 것이다. 전 세계의 산업구조가 바뀌고 고용 형태가 변하는데, 이에 따른 사회적 문제가 왜 없겠는가. 기본 소득이나 로봇세와 같은 아이디어들이 나오고 있고, 앞으로 이에 대한 논의는 계속 진행될 것이다. 물론 과거의 산업혁명도 생산방법에서 많은 변화를 가져왔지만, 그 변화가 점진적으로 일어났기 때문에 사회적 여파를 흡수할 만한 시간

적 여유가 있었다. 그러나 4차 산업혁명은 매우 짧은 시간 안에 일어나고 공간적으로도 전 세계에서 동시다발적으로 일어나고 있기 때문에, 그 급격한 변화를 사회적으로 흡수할 수 있을지 많은 학자들이 우려하고 있다. 이 문제는 사회적 갈등을 해소할 수 있는 각 나라의 정치적 역량과도 관계가 있을 것이다.

우리나라의 입장에서 보면 우선 세계적인 4차 산업혁명의 흐름에 뒤떨어지지 않는 것이 중요하다. 4차 산업혁명은 기본적으로 ICT 산업에 기반하고 있기 때문에 ‘승자독식’의 특징을 보이기 쉽다. 지금 소위 FANG(Facebook, Amazon, Netflix, Google)이라고 불리는 플랫폼 사업자들의 세계적인 지배력을 보면 그 위력을 알 수 있다. 따라서 우리도 선두그룹을 형성하는 것이 중요하다. 미국의 실리콘밸리, 중국의 중관촌(中關村), 이스라엘 등에서 매일 나오는 새로운 아이디어와 경쟁할 수 있어야 한다. 결국 지속적인 아이디어 창출과 혁신만이 우리의 살길인 것이다.

그런데 창의적인 아이디어 창출과 지속적인 혁신에는 사람이 제일 중요하다. 즉 기술혁신 시대를 이끌어가기 위해서는 교육과 인재양성이 가장 중요하다는 말이다. 그래서 세계 선진국들은 4차 산업혁명 시대

에 대비하기 위한 여러 교육개혁 프로그램을 내어놓고 있다. 한 예로 일본의 경우를 살펴보면, 학생들에게 창의력을 키워주기 위해 대입 시험에 서술형 문제를 도입하는 등 전반적인 교육개혁을 추진하고 있으며, 특히 모든 학생에게 AI 교육을 한다는 목표를 세우고 있다. 그에 비하면 우리나라는 아직도 4차 산업혁명 시대에 대비한 본질적인 교육 개혁에 대한 논의를 시작도 못한 형편이다.

2016년 세계경제포럼에서는 4차 산업혁명 시대의 인재가 갖추어야 할 Top 10 능력으로 문제해결능력, 비판적 사고력, 창의성, 사람 관리, 타인과의 협동, 감성지능, 판단력 및 의사결정, 서비스 지향성, 협상능력, 인지유연성을 꼽았다. 그런데 이 능력은 현재 우리나라 수학능력시험의 5지선다식 평가로는 전혀 알아내기 어렵다. 대학 입시가 실질적으로 고등학교 교육을 좌지우지하고 평가가 교육의 내용을 결정한다는 점을 생각하면, 우리나라의 중고등학교 교육은 이런 능력을 배양하는 데 크게 도움이 되지 않는다는 결론을 내릴 수 있다. 실제로 대학에 들어온 학생들을 상대로 수업을 한 교수들이 일류대학에 들어온 학생들도 이런 능력에서 크게 부족하다는 것을 느끼고 있다. 어쩌면 일류대학에 들어온 학생일수록 주어진 문제에 대한 해답찾기식 교육에 길들여져 있기 때문에 비판적 사고력과 창의성이 더욱 부족할 수도 있다. 더구나 현재의 대학 교육 또한 학생들의 이런 능력을 키우는데 특별히 신경 쓰고 있다고 볼 수도 없다. 아직도 추격경제 시대의 방법으로 많은 양의 지식 전수에만 신경 쓰는 주입식 강의가 대다수인 것이 현실이다.

그러나 이러한 교육 방법으로는 4차 산업혁명에 대비한 창의적이고 혁신적인 인재를 길러낼 수 없다는 것은 명백하다. 그러기에 교육 혁신이 급선무이다. 어떻게 개혁할 것인가? 그 방향은 대략 나와 있다.

우선 학생들이 창의적인 생각을 할 수 있도록 격려해야 한다. 수업시간에 교사의 농담까지 받아 적는 태도로는 남과 다른 창의적인 생각을 할 수 없다. 교과서에 나와 있는 내용이라도 의심하고 다른 의견을 낼 수 있는 수업 시간이 되어야 할 것이다. 즉 남의 이야기

를 다시 반복하는 것이 아닌 자기 자신만의 생각을 정당당히 발표할 수 있는 분위기를 만들어야 한다.

둘째로는 남과 협동하는 태도를 배워야 한다. 요즘 학생들은 자녀가 1~2명인 가족에서 자랐기 때문에, 집에서 공동체 의식을 배우기 어려운 형편이다. 더구나 중고등학교 내신은 상대평가이기 때문에 옆의 친구는 동료라기보다 경쟁자일 뿐이다. 따라서 남과 협동한 경험이 부족하고 협동 의식조차 희미한 경우가 많다. 그러나 현대사회의 모든 문제는 학제적 문제이고 그 해결을 위해서는 여러 사람의 공동 노력이 필요하다. 세계경제포럼에서 사람 관리와 타인과의 협동을 미래인재의 중요한 능력으로 보는 이유이다. 우리 교육이 시급히 보완해야 할 부분이다.

셋째로는 학문 간의 칸막이를 허무는 일이다. 특히 중고등학교에서의 문·이과 분리 교육은 시급히 개선되어야 한다. 4차 산업혁명 시대에는 모든 학생이 AI 소양을 쌓는 것이 필수적이다. 인문사회 분야 학생들이라도 최소한의 AI 소양이 필요한 것이다. 마찬가지로 이공계 학생들도 최소한의 인문·사회적 소양을 갖추도록 교육해야 한다. 앞으로 인류가 맞닥뜨릴 모든 문제는 복잡계적 문제이고, 다학제적 해결책이 필요하기 때문이다.

마지막으로 평생교육에 좀 더 투자해야 한다. 우리나라는 OECD 국가 중에서 평생교육에 대한 투자가 다른 나라에 비하여 터무니없이 부족한 나라이다. 이제는 대학교 때 배운 지식만으로 평생을 살아갈 수 있는 시대가 아니다. 은퇴할 때까지 여러 번 직업을 바꾸어야 할 것이다. 따라서 인생 중반에 직업을 바꾸는 사람들을 위한 교육을 비롯해서 평생교육 제도를 보완하고 내실화를 꾀해야 할 것이다.

4차 산업혁명 시대는 우리가 준비하기에 따라 축복이 될 수도 있고 어려움의 원인이 될 수도 있다. 지속해서 혁신을 이끌어 갈 인재를 키울 수 있도록 우선적으로 교육개혁을 신속히 추진해야 할 것이다. **기술혁신**

2019년 7월의 어느 무더운 날, 경기도 판교에 위치한 삼양그룹의 R&D 센터인 삼양디스커버리센터를 찾았다. 지난 2017년 문을 연 이곳에는 서울·인천·대전 등지에 흩어져 있던 식품·의약바이오 부문 R&D와 마케팅 인력 약 400명이 모여 개방형 혁신을 추진하고 있다. 올해로 창립 95주년을 맞은 장수기업 삼양그룹은 삼양디스커버리센터를 중심으로 R&D 기반의 ‘스페셜티’ 기업으로 재도약을 꿈꾸고 있다. 그 중심에 (주)삼양사(이하 삼양사)의 CTO 김영환 사장이 있다. 듀폰 중앙연구소와 삼성종합기술원을 거쳐 2014년 삼양그룹에 합류한 김영환 사장이 연구원들에게 항상 강조하는 말이 있다. ‘Ancora Imparo(앙꼬라 임빠로!)’ 나는 지금도 공부한다. 나는 아직도 배우고 있다는 것을 강조하며 삼양의 새로운 미래를 위해 다 함께 배우고 공부하는 삼양인이 되자고 말한다.

### 공감(Empathy)과 연민(Sympathy) 그리고 오픈이노베이션(Open Innovation)

김영환 CTO는 1952년생으로 연세대 화학과와 동 대학원을 졸업했으며, 와이츠만 과학연구소에서 유기화학 박사학위를 취득했다. 그 후 듀폰 중앙연구소에서 Fellow로 연구활동 이후 삼성 종합기술원 소재 부문 연구소장을 거쳐 지난 2014년 삼양사에 입사해 2016년 CTO 선임 이후 융합 기술에 기반을 둔 신사업 발굴에 만전을 기하고 있다. 굴지의 글로벌 기업에서 실력과 공로를 인정받고 있는 그는 가장 먼저 준비한 자료를 보여주며 주옥같은 이야기들을 풀어놓았다. 그동안 자신이 공부하고 근무한 곳과 그곳에서 만나고 가르침을 받았던 사람들의 사진을 보여주며 지난 시간들을 회고했다.

“학부 2학년 때부터 석사 때까지 이대운 지도교수의 연구실에서 공부를 했는데 교수님의 소개로 석사 졸업 후 이스라엘의 와이츠만 과학연구소로 유학을 떠났습니다. 박사과정을 하는 동안에는 중동의 여러 국가들을 여행해보는 기회도 있었지만, 무엇보다 소중했던 것은 독일과 프랑스의 연구 대학에서도 공부하고 연구할 기회도 있었습니다. 포닥(Post Doctor, 박사 후 과정)은 미국에서 했는데 지정학적으로 복잡하고 문화적·경제적으로 환경이 다른 여러 나라에서 살다 보니 정말 다양한 인생 경험을 했습니다.”

특히 이스라엘에서 보낸 3년 반 동안은 정말 배운 게 많으며 속내를 밝혔다.

“부모님이 시골에서 과수원을 하시면서 육남매를 모두 대학에 진학시



소통하고 공부하며  
소재 기술 역량을 같이 키워시다!

최고기술경영인 인터뷰에서는 기술경영인과의 대화를 통해  
생생한 경험을 바탕으로 최고기술경영인의 역할과 리더십 등을 알아봅니다.



## 양꼬라 임빠로(Ancora Imparo), 나는 여전히 공부한다

(주)삼양사 김영환 사장

키셨어요. 당시에는 철이 없어 그 고마움을 몰랐는데 세월이 지나서 자식을 키워보니 부모님께서 우리에게 해주신 것들이 얼마나 고마운 것인지 때 늦게 감사하면서 살게 되었죠. 돌이켜보면 부모님과 은사님들의 도움으로 지금의 제가 있게 된 것입니다.”

이스라엘의 초대 대통령인 하임 와이츠만에 의해 설립된 와이츠만 과학연구소는 화학, 생물, 물리, 수학 등 순수 과학 분야만 연구하는 기관인데, 박사과정을 할 때에 유전학 등 여러 가지 상이한 연구 분야에도 흥미를 느껴서 강의를 들었다. 그러나 좀 더 배우고 성장해야겠다는 생각에 프랑스의 명문대인 에콜폴리텍의 Georges Guiochon 교수, 그리고 박사 후에는 독일 튜빙겐 대학의 Volker Schurig 교수를 직접 찾아가 가르침을 청하기도 했다.

“세계의 많은 학생들과 교수들의 질의응답 과정을 보면서 세상에는 정말 똑똑한 사람들이 많구나, 선진국들은 다들 열심히 하니 잘 사는구나 하는 생각을 자연스럽게 하게 되었습니다.”

또한 여러 나라들을 돌아다니며 지정학적·종교적 갈등을 목격하게 되었는데 그것을 극복하기 위해 각 나라와 인종들이 노력하는 여러 가지 방식의 정치적, 문화적 접근 모습에서도 많이 배웠다고 말한다.

“오랜 갈등 상황을 지켜보면서 자연스럽게 공감(Empathy)과 연민(Sympathy)의 마음이 생겼는데 이때의 경험은 삼양그룹이 추구하는 오픈 이노베이션(Open Innovation)과도 맞닿아 있는 것을 느꼈습니다. 힘든 사람의 사정을 헤아려 배려하는 마음을 가져야 하는 것처럼 경영에 있어서도 경쟁자를 적으로만 보지 않고 선의의 경쟁을 통해 함께 성장하는 것이 진정한 의미의 오픈 이노베이션이라고 생각합니다.”

## 경험이 가르쳐준 성공의 법칙

1981년 박사학위 취득 후에는 UCLA의 도널드 크램(Donald James Cram) 교수 연구실에서 포닥을 하였는데 미래 진로에 대한 뚜렷한 방향이 보이지 않아서 시간이 갈수록 점점 더 초조한 날을 보내게 되었다. 포닥 2년차에는 크램 교수와 미래에 관해 상담도 하고

는 했는데, 어느 날 평소와 같이 저녁 식사를 하고 9시 쯤에 실험실에 돌아와서 실험실 문을 열고 들어가는 데, 실험실에서 나오는 크램 교수와 마주치게 되었다.

“그때는 영주권이 없으면 직장 구하기도 어려웠고, 회사에서 주도하는 캠퍼스 리쿠르팅 면접에 외국인은 신청도 받아주지 않았습니다. 듀폰에서 면접을 하러 LA를 방문 중인 회사 중역이 면접 전날 크램 교수를 저녁에 모시고 나갔는데, 식사 동안에 저를 특별히 번외 면접을 해달라고 부탁을 하셨습니다. 교수님은 ‘책상 위에 메모를 남겨두었으니 봐’라고 하시고 그냥 쿨하게 떠나셨습니다. 메모에는 ‘내일 아침 정식 면접 시작하기 전, 8시에 나와 인터뷰 약속을 해두었다’는 짧은 메시지가 있었습니다. 보통 아침은 일찍 시작하지 않기 때문에, 그날 저녁에 실험실에 돌아가지 않았다면 지킬 수도 없는, 소용없는 약속이 될 수도 있었지만 교수님의 자기 사람에 대한 기본적인 기대치를 알면 이해가 되는 일이기도 합니다.”

이러한 경험을 뒷받침으로 “삶에는 운이 참 중요한데, 열심히 할수록 운이 점점 더 좋아지더라”라는 선배들의 명언을 좌우명으로 여기게 되었다고 한다. 1984년 듀폰에 입사한 김영환 사장은 대부분의 직원들이 한국에 대해 잘 모른다는 사실을 알고 한국 알리기에 열심이었다. 88올림픽 준비를 하는 동안에 한국에 관한 프레젠테이션도 하고, 해마다 추석 즈음에는 40~50명의 동료와 그 가족들을 집에 초대해 한국 요리도 대접했다.

“현재 한 대학의 겸임교수로 재직하면서 가끔 학생들과 이야기 할 기회가 있을 때 항상 하는 말이 있습니다. 젊었을 때 다양한 경험을 하는 것도 중요하지만 그보다 중요한 것은 여러 사람들과 가까이 교류하며 관계를 구축하라는 것입니다. 특히 학생 입장에서는 멘토가 꼭 한 사람일 필요는 없습니다. 여러 명의 멘토를 통해 한 사람에게 적어도 하나씩은 꼭 배우는 마음을 가졌으면 한다고 말합니다.”

자신 역시 대학 시절 은사님을 비롯해 박사 과정 중에 만났던 여러 대학의 교수들과 직장에서 만났던 사람들 모두를 소중한 인연으로 여기고 있으며, 그렇게

많은 사람들과 유대를 쌓으면 책으로 배우지 못하는 많은 것을 경험할 수 있다고 강조한다.

## 공부하며 소통하는 CTO

김영환 사장은 듀폰에서 23년을 재직하는 동안 재료개발 연구를 하면서 자연 현상을 상대하고 관리하면서 살아왔다고 생각한다. 이후 약 6년 동안 삼성종합기술원에서는 연구소장으로서 사람들을 상대하는 일을 했다. 김영환 사장은 “세상 일이 모두 사람이 결정하고 추진하는 것인데 사람을 상대로 일을 하는 것이 훨씬 더 어렵고 중요하다는 것을 늦게라도 배울 기회가 있었다는 것이 감사할 뿐입니다”라고 회상을 한다. 2014년 이후 지금까지 삼양그룹의 미래와 비전을 다루는 일을 하고 있는데 듀폰과 삼성에서 배우고 경험한 바를 토대로 더 잘하기 위해 노력하고 있다.

“듀폰은 새로운 개념의 콘텐츠를 창조해내는 기술 연구, 발명에 강점을 가진 회사이고, 삼성은 사업 프레임워크를 잘 디자인하여 제품 개발과 제조와 판매를 잘 하는 회사입니다. 두 회사에서 배우고 쌓은 경험과 장점을 살려서 기술이라는 알맹이가 충실한 제품 개발에 최대한 역량을 펼쳐 보이고 싶습니다.”

회사라는 조직은 CTO의 능력이 아무리 뛰어나도 한 사람의 힘만으로는 원하는 방향으로 사업을 이끌어가기 힘들다. 그래서 김영환 사장이 취한 방법은 사람들로 부터 많이 배우고 또 주위 사람들로 하여금 배우게 하는 것이다.

“살면서 여러 명의 좋은 멘토들을 만났고 저 또한 좋은 멘토가 되기 위해 노력합니다. 멘토링을 위한 가장 좋은 방법은 스스로 공부하는 것입니다. 연구원들에게도 항상 ‘양꼬라 임빠로’라는 말로 매사 배우고 익히는 데 주력하라고 말합니다.”

‘Ancora Imparo(양꼬라 임빠로)’는 르네상스 시대의 천재적 예술가 미켈란젤로가 인생의 후반기인 87세에 그린 그림의 한 귀퉁이에 남겼다고 전해지는 말로 ‘나는 지금도 공부한다’, ‘나는 아직도 배우고 있다’는 뜻을 가지고 있다. 김영환 사장은 연구원들과의 자리에서 항상 공부의 중요성을 강조하며, 자신 역시 지



판교 삼양 디스커버리센터 전경

금도 연구원들 못지않게 책을 읽고 공부도 하고 있다고 자부한다. 일례로 삼양그룹이 신사업으로 육성하는 화장품 소재 사업과 식품소재들에 관련해 책과 논문을 읽고, 실험 방식 등을 가지고 연구원들과 심도 있는 토의를 한다. 말이 아닌 행동으로 무언의 압력을 넣는 셈이다.

시장 부임 이후 매 분기 전 연구원이 참석하는 CTO실 주관의 기술 심포지엄을 개최하고 있는 것도 같은 맥락에서다. 단순히 기술 공유 차원을 넘어 융합 기술에 기반을 둔 신사업 발굴에 역점을 두고 있는데, 연구원들이 자기 역량을 높이기 위해 각자 자발적으로 공부한 내용을 동료 연구원에게 발표하는 시간을 가지고 있고, 올해부터는 공부한 내용을 통해 어떤 사업을 할 수 있는가에 대한 실용적인 토론도 추가하였다. 여러 사업부서의 직원들이 참여하는 CoP (Community of Practice, 사업성 있는 연구과제를 제안하기 위한 학습·연구 소그룹 활동)를 통해 함께 소통하고 공부하며 그 내용을 기술 심포지엄에서 발표하는 형식이다. 일반적으로 연구원들은 자신이 하는 일에 매몰되는 경우가 많은데 삼양그룹은 이를 타파하고 부서 간, 구성원 간의 이해를 높이고 연구와 사업의 협력을 위해 다양한 소통의 장을 마련하고 있다.

“한 달에 한 번 네 개 연구소의 연구소장 회의를 개최하여 이슈 및 건의 사항 전달과 토의를 하고 있으며, 소속이 다른 연구소 팀장 20여 명이 한데 모여 세상 돌아가는 동향 및 기술, 타사 제품, 관심거리 등을

보고하는 자리를 가지고 있는데요. 조직이 성과를 내기 위해서는 소통이 관건입니다. 소통을 통해 구성원 간의 신뢰를 높이고 사업성과에 대한 공동책임감을 느끼고 집단 지성을 높이는 노력을 꾸준히 하고 있습니다.”

### ‘오픈 이노베이션과 융합’으로 글로벌 스페셜티 기업 도약

삼양그룹은 그동안 내수 기반 사업을 바탕으로 성장하였지만 향후 글로벌 시장을 타깃으로 커머디티(Commodity, 범용소재) 상품보다는 스페셜티(Specialty, 고기능성) 상품으로 이익이 높은 사업에 초점을 두기로 하였다. 글로벌 진출을 위해 글로벌 스케일과 글로벌 톱 퀄리티를 추구하는 가운데, 오픈 이노베이션과 융합 전략을 통해 성장을 가속화한다는 방침이다.

“오픈 이노베이션은 삼양의 자체 역량에 외부의 역량을 더해 변화와 혁신의 속도를 높이지는 전략입니다. 최고 수준의 파트너와 오픈 이노베이션을 하려면, 우리 스스로가 최고 수준이 되어야 할 필요가 있습니다. 이를 준비하기 위해 외국에서 공부한 경험이 있는 연구원의 비율을 늘려가고, 해외 우수 대학의 교수들과도 오픈 이노베이션을 추진하고 있는데요, 직접 연구소장들과 함께 해외 대학의 인재들을 찾아가 삼양그룹에 대한 소개와 비전을 알리고 한국으로 초청해 현장견학을 진행하는 등 글로벌 인재 채용에 힘쓰고 있습니다.”

융합은 삼양그룹 내의 다양한 사업부들이 개발한 기술을 서로 합쳐 새로운 상품과 기술을 만들어 내자는 의미다. 그를 위해 C&D(Connect & Development, 개방형 연구개발) 전략을 구사하고 있는데, 내부 C&D와 외부 C&D 두 가지를 모두 중요하게 추진하고 있다. 내부 C&D는 삼양그룹이 가지고 있는 식품, 화학, 의약바이오, 패키징에 내재된 다양한 기술을 잘 활용해 이익을 창출해 보자는 의미로 진행하고 있다.

“2014년 상용화에 성공한 이소소르비드(Isosor-



서로 소통하고 있는 삼양 디스커버리센터 연구원들

bide)는 삼양그룹이 보유한 식품과 화학기술 융합의 가장 대표적인 성공사례입니다. 석유화학 원료가 아닌 옥수수를 원료로 한 바이오 물질로 친환경 트렌드가 확산되고 있는 만큼 다양한 응용 제품 개발로 이소소르비드의 적용범위를 확대해 친환경 소재 시장을 선도할 것으로 기대됩니다.”

삼양그룹에서 국내 최초, 세계 두 번째로 상용화에 성공한 이소소르비드는 삼양에서 자체 기술을 개발, 안정성을 높여 상용화에 성공했으며, 현재 2021년 하반기 준공을 목표로 연산 1만 톤 규모 공장 건설에 착수하였다. 이소소르비드는 바이오 플라스틱의 원료 물질로 생물자원에서 전분을 추출해 가공하는 기술과 이를 활용한 화학적 가공 처리 기술이 모두 요구되어 삼양그룹의 핵심 사업군인 화학과 식품 부문의 내부 기술 융합이 주효했다는 평이다. 이 물질을 플라스틱에 활용할 수 있는 수준으로 정제할 수 있는 기업은 전 세계에 삼양과 로켓 두 곳뿐으로 알려졌다. 이소소르비드는 바이오 소재지만 내구성·내열성·투과성이 뛰어나 향후 플라스틱, 도료, 접착제 등 다양한 용도에 쓰여 기존 화학 물질을 대체해 사용할 수 있고, 모바일 기기와 TV 등 전자제품의 외장재, 스마트폰의 액정필름, 자동차 내장재, 식품용기, 친환경 건축자재 등의 소재로 각광받고 있다.

식품 부문에서도 혁신적인 상품인 알룰로스를 상용화하였다. 최적의 차세대 감미료로 불리는 알룰로스는 무화과, 포도 등에 들어 있는 단맛 성분으로 설

탕과 비슷한 단맛을 내면서 칼로리는 ‘제로’ 수준이다. 삼양사는 2017년부터 ‘트루스위트(TRUSWEET)’라는 브랜드로 알룰로스의 판매를 시작해 현재 국내 음료, 빙과, 유제품 업체 등에 공급 중이다. 올해 들어 미국식품의약국(FDA)에서 알룰로스를 첨가당 표기의 무에서 제외하는 정책을 발표하면서 시장 확대 가능성이 커졌다. 알룰로스에 대한 글로벌 식품회사들의 관심이 크게 높아진 가운데 한국 식품회사들과의 계약도 활발하게 진행되고 있다.

의약바이오 사업과 화장품 사업 간 기술 융합도 활발하다. 삼양사 화장품 브랜드 어바웃미(ABOUT ME)는 삼양바이오팜의 R&D 기술을 활용해 탄력에 도움을 주는 리프팅 밴드를 출시해 인기몰이를 한 데 이어, 삼양사 식품 사업의 유지 경화 관련 기술과 노하우를 접목해 피부에 닿는 순간 부드럽게 녹는 클렌징 밤 제품도 출시했다. 현재 삼양그룹의 의약바이오 사업을 전담하고 있는 삼양바이오팜은 약물전달시스템(DDS) 기술을 기반으로 한 항암제와 생분해성 소재를 활용한 의료기기(MD) 분야에서 지속적인 연구개발과 함께 글로벌 시장 진출을 적극적으로 추진하고 있다.

## 디지털 시대의 경영과 마케팅

김영환 사장은 올해 초 미국 라스베이거스에서 열린 ‘CES 2019’에 삼양그룹 경영진과 함께 참관했다. 현장에서 김윤 회장은 “디지털 기술을 활용해 업의 본질을 재정의하고 디지털 혁신에 주력해야 한다.”며 “경영진과 임원이 디지털 마인드로 무장해 기술 이해도를 높일 것”을 당부했다.

“한국이 4차 산업혁명을 통해 나아가고자 하는 방향은 강점인 IT기술을 여러 산업에 접목하여 융합하는 것이라고 생각합니다. 세상에서 가장 빨리 변하는 곳이 IT업계인 만큼, 실제로 CES에 참관해보니 식품, 화학, 에너지, 기계를 망라하고 모든 부문에 IT기술이 접목되고 있었습니다. 그걸 보면서 IT는 내 사업이 아니라고 손을 놓고 있어서는 안 되는 상황이 되었습니다.”

또한, 김윤 회장은 그동안 안정적이고 신뢰할 수 있는 생산 능력이 삼양사 사업의 핵심 기본을 이루고 있

었다면, 앞으로 마케팅을 통해 부가 가치를 높이는 회사로 변화와 혁신할 것을 부탁한다.

“제가 생각하는 마케팅은 회사가 가지고 있는 기술을 고객이 필요로 하는 제품으로 전달하는 행위로, 기술을 아는 사람이 마케팅을 알아야 하고 기술자 또한 사업성과에 대한 책임을 져야 합니다. 즉, 마케팅 부서는 미래 시장의 흐름을 예측해 변화하는 고객의 선호도를 반영하여 제품의 시장규모와 시장점유율 등 구체적인 미래 사업 계획을 세우고, 연구 조직은 그에 따라 상품성이 있는 제품 설계와 필요한 기술을 개발하는 노력을 해야 합니다. 효율적인 연구 진행을 위해서는 경쟁 회사보다 앞서 나가고 차별화되는 목표를 설정하고, 과정에서 발생하는 문제점을 해결해나가기 위한 가설들을 수립하고 그 가설들을 실험적으로 검증하면서 불필요한 시행착오를 최소화해야 합니다.”

2015년에 출시된 숙취해소제품 ‘상쾌환’은 성공적인 마케팅 사례로 꼽힌다. 상쾌환은 낮은 가격, 먹기 편한 형태, 20대를 겨냥한 마케팅 전략 등으로 출시 7년 만인 올해 누적 판매량 5,000만 포를 돌파하며 짧은 시간에 시장점유율 2위를 달성하면서, 음료 형태 위주의 숙취해소 제품 시장 판도를 바꾸고 있다.

“삼양은 폴리카보네이트나 폴리에스테르 같은 화학 제품을 국내 최초로 생산·판매하면서 한 동안 안정적인 생산과 수익성을 유지해왔습니다. 최근에는 경쟁이 심화되는 글로벌 환경 속에서 기존 사업의 수익성 유지와 미래 사업의 성공 확률을 더 높일 수 있게, 마케팅 능력과 디지털 트랜스포메이션에 속도를 내는 것을 그룹 전체에서 최우선적으로 추진하고 있습니다.”

그 일환으로 연구 과정에 대한 시뮬레이션을 강화하여 디지털 기술을 활용하고 있다. 즉 인공지능과 머신러닝으로 원하는 색 구현을 위해 염료를 배합하거나, 호떡믹스를 위해 최상의 설탕과 전분의 배합비율을 도출하기 위해 인공지능과 빅데이터의 힘을 빌리는 형식이다. 디지털과 관련하여 핵심인 정보와 속도를 관리하는 것이 관건이다. 삼양그룹은 이미 조성물(Formula)과 재료들을 데이터베이스화 하였고 연구나 업무 방식의 전산화도 빠르게 진행하였다.

## WIN2020 프로젝트와 미래

삼양그룹은 성장을 목표로 기업문화부터 사업 포트폴리오에 이르기까지 그룹의 전 영역에서 변화와 혁신을 추진하는 'WIN2020프로젝트'를 추진하고 있다. 이에 따라 식품, 화학, 패키징, 의약바이오 등 그룹의 주요 사업 영역에서 신규 투자를 진행 중이다.

“WIN2020 프로젝트는 We Imagine Next 2020의 약자로 중장기적으로 변화와 혁신을 추진하는 프로젝트입니다. 2018년에는 많은 변화를 도모하였고 올해 2019년에는 내년의 성과를 위해 마무리를 잘 짓고 2020년 이후를 준비하는 단계입니다.”

삼양그룹은 목표 달성을 위한 세 가지 핵심 과제로 글로벌 확대, 스페셜티 제품 확보, 신규 사업 추진을 내걸고 신기술 발굴과 R&D의 사업화 속도를 높이고 있다. 점점 가속화되는 외부 변화 속도에 대응하기 위하여 그룹 자체 역량에 외부의 기술, 마케팅, 인프라 등을 더하는 오픈 이노베이션을 통해 기술의 사업화 속도를 높이는 예는 삼양사의 여러 사업 분야에서 찾아볼 수 있다.

삼양그룹 화학연구소는 2018년 1월 차량용 탄소 복합소재 부품 개발을 위해 한국탄소융합기술원, 경북 하이브리드부품연구원 등의 연구기관 및 부품, 금형 생산 업체와 MOU를 체결하여 탄소 복합소재 개발을 통해 자동차용 부품 공급을 확대할 예정이다. 지난 4월에는 금속 느낌 스페셜티 EP(엔지니어링플라스틱) 브랜드 '메탈리너스(Metalinus)'를 선보인 후 국내를 비롯해 미국·EU·일본·중국·동남아시아 등 주요 10여 개국에 브랜드 등록을 진행 중이다. 기존에는 플라스틱을 사용해 금속 느낌의 제품을 만들 경우, 부품 성형 후 별도의 도장 혹은 도금공정을 진행해야 했다. 반면 삼양사의 메탈리너스는 플라스틱 소재 자체에 고객이 원하는 색상과 금속 질감을 모두 구현해 가전제품에 이어 자동차 내장재 등으로 적용 범위를 확대하고 있다. 다양한 샘플을 적용한 '메탈리너스 컬러 북'을 제작하는 등 메탈리너스를 앞세워 스페셜티 소재의 감성·컬러 마케팅을 가속화하고 있다.

한편, 미국 보스턴에 삼양바이오팜 해외 법인을 설

립하여 바이오 신약 개발에 도전하고 있다. 삼양바이오팜USA는 글로벌 기업, 연구소 등과의 네트워킹으로 바이오 신약 후보 기술 및 물질을 임상 초기 단계에 발굴, 라이선스 인(기술도입)해서 신약 개발 속도를 높이기 위해 준비하고 있다.

## 함께 만들어 가는 시간

판교에 있는 삼양의 디스커버리센터에는 가로, 세로 4미터 규모의 초대형 시계가 걸려 있다. 세계적 디자이너 마르텐 바스의 작품 가운데 최대 크기를 자랑하는 이 시계는 언뜻 보면 시침과 분침이 자동으로 움직이는 아날로그 시계의 모습을 하고 있지만, 두 명의 청소부가 분침과 시침을 나타내는 쓰레기를 빗자루로 밀며 청소 방향에 따라 시간을 알려주는 디지털 영상 시계다. 이 작품은 매일 반복되는 '시간'이라는 추상적인 개념을 '청소'라는 물리적 행위로 보여줌으로써 시간에 대해 다시금 생각해 보게 만든다. 그렇다면 김영환 사장이 생각하는 시간은 어떤 의미일까?

“시간은 흘러가는 것이 아니라 만들어 가는 겁니다. 글로벌 스페셜티 기업이나 제품 역시 저절로 만들어지는 것이 아니라 서로 돕고 같이 일하며 만들어 가는 분위기 속에서 직원이 성장할 때 회사도 성장합니다.”

그러면서 마지막으로 한배를 타고 가는 연구원들에게 당부한다.

“평가보다는 인정을 토대로 선의의 경쟁을 하고, 남의 능력과 공로를 칭찬하고 감사하며 협업함으로써 탄탄하고 내실 있는 회사를 만들어 가면 좋겠습니다.”

나날이 성장하는 삼양그룹의 미래를 위해 김영환 사장은 오늘도 연구원들과 함께 소리 높여 외친다.

“앙꼬라 임빠로(Ancora Imparo)! 나는 오늘도 공부한다!” **기술·혁신**

### 주요 경력

1984~2007년

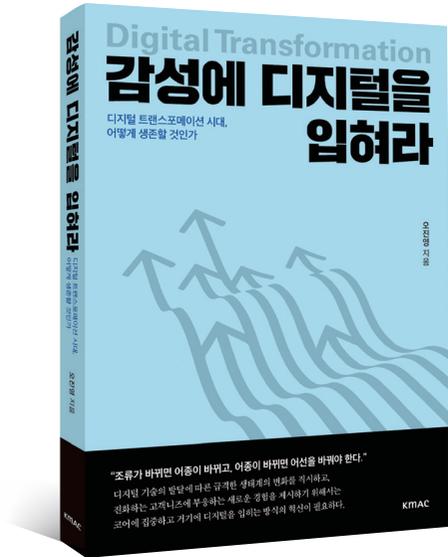
듀폰 중앙연구소 Senior Fellow

2007~2013년

삼성전자 삼성종합기술원 부사장

2014년

(현)삼양사 CTO·사장



## 감성에 디지털을 입혀라

● 지은이 오진영  
출판사 KMAC  
가 격 16,000원

‘디지털 트랜스포메이션’은 비즈니스 모델과 업무 프로세스, 조직문화에 이르기까지 디지털 기반으로 경영 전반을 혁신하는 것을 말한다. 이 책은 기존의 기업들이 자신들의 고객을 지키면서 변화한 새로운 고객까지 두 마리 토끼를 잡을 수 있는 방법으로 ‘감성에 디지털을 입히는’ 방식을 제시한다.

지속적인 경기 불황은 어제 오늘의 일이 아니다. 요즘처럼 내수 시장의 경기가 안 좋고 매장에 고객의 발걸음이 뜸해지면, 영업사원들은 실적부진의 원인을 시장 탓, 고객 탓을 한다. 그러나 경영자는 남의 탓만 하고 있을 수 없다. 새로운 대응책을 고민해서 돌파구를 마련해야 하는 것이다.

지금 거의 모든 기업에 공통된 큰 고민거리가 주어졌다. 하나는 모든 시그널이 예측하고 있는 ‘장기불황에 어떻게 대응할 것인가’이고, 또 하나는 메가트렌드인 ‘디지털 트랜스포메이션(Digital Transformation)의 파고를 어떻게 헤쳐 나갈 것인가’이다. 디지털 기술의 발달과 플랫폼 비즈니스의 새로운 생태계가 만들어지면서 글로벌 유통공룡 ‘아마존’의 등장처럼 유통 산업에도 엄청난 변화가 일어나고 있다.

다양한 디지털 기술의 발달로 새로운 개념의 비즈니스들이 등장하면서 2025년에는 디지털 경제가 25%를 차지할 것이라는 예상이 나올 정도로 디지털 트랜스포메이션이 급속도로 확산되고 있다. 오프라인을 기반으로 한 기업들은 날로 진화하는 고객과 밀레니얼 세대의 등장 등 새로운 고객들에게 지속적으로 선택을 받기 위해서는 고객 전략도 진화해야 한다. 방법은 두 가지다. 우리의 고객을 명확히 하고 오프라인 기업이 가진 본연의 강점을 강화하거나, 또는 디지털 트랜스포메이션을 각 기업의 강점에 입혀 혁신을 강화하는 것이다.

이 책은 그간 글로벌 기업들이 노력해 왔던 고객만족 경영을 재조명해, 시대에 맞는 새로운 고객만족 경영의 추진방법을 제시한다. 디지털 트랜스포메이션, 놀릴 것인가 누릴 것인가? 당연히 우리의 답은 감성(강점)에 디지털을 입히는 방법으로 누리는 것이 되어야 할 것이다.

**기술·혁신**

### NEW BOOKS



**네이버 마케팅의 정석**  
지은이 김대중  
출판사 원앤원북스  
가 격 19,000원

네이버 애널리틱스의 모든 것!

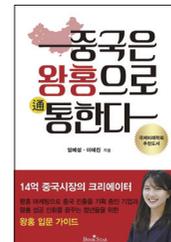
검색결과에서 상위에 노출되기 위해 검색엔진이 좋아하는 웹사이트를 만들려면 어떻게 해야 할까? 이 책은 네이버 웹마스터도구로 웹사이트를 최적화하고, 네이버 애널리틱스로 방문자의 움직임을 효율적으로 파악하면, 나만의 마케팅 전략을 수립할 수 있다고 설명한다.



**인터넷 산업의 미래, 함께 묻고 답하다**  
지은이 이상우, 김정환 등  
출판사 한울  
가 격 28,000원

인터넷 산업이 나아갈 길 전망

기존 미디어는 인터넷이라는 새로운 기술을 접목해 도태되지 않으려 노력하고 있다. 이 책은 인터넷 산업의 현재를 기술하고 미래를 전망했다. 미디어 플랫폼을 분석하고 인터넷 기반 광고, 종이 신문 이후의 뉴스 생산과 소비, 동영상 플랫폼과 관련 산업 전망, 지원 방안 및 규제 방안 등을 담고 있다.



**중국은 왕흥으로 통한다**  
지은이 임예성, 이혜진  
출판사 북스타  
가 격 15,000원

14억 중국 시장의 크리에이터

단순히 인터넷 스타 정도의 뜻으로 시작된 왕흥은 현재 ‘왕흥경제’라는 신조어를 만들어 낼 정도로 중국 내 경제 시장에서 중요한 역할을 하고 있다. ‘왕흥’이란 단어가 처음 등장할 때부터 오늘날 경제적 파급력을 가지기까지의 발달 과정과 배경, 그리고 그 규모와 영향력은 어떠한지에 대하여 설명한다.

# SPECIAL ISSUE

## 수소경제의 미래

18

수소의 실체와 함께 살펴보는  
수소경제의 미래

24

그린 에너지 시대의  
수소 생산

28

수소의 저장, 운송 및  
충전

34

수소경제의 필요조건,  
수소 모빌리티의 확대

37

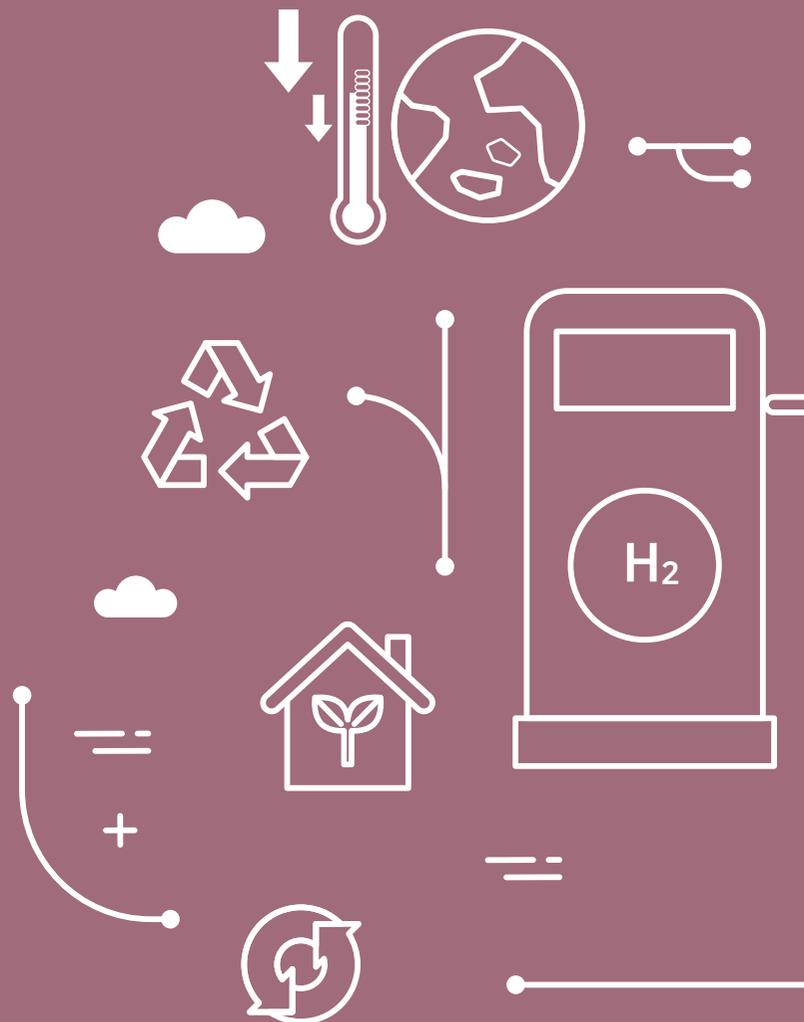
수소경제 시대의 발전용 연료전지 역할  
및 현황

41

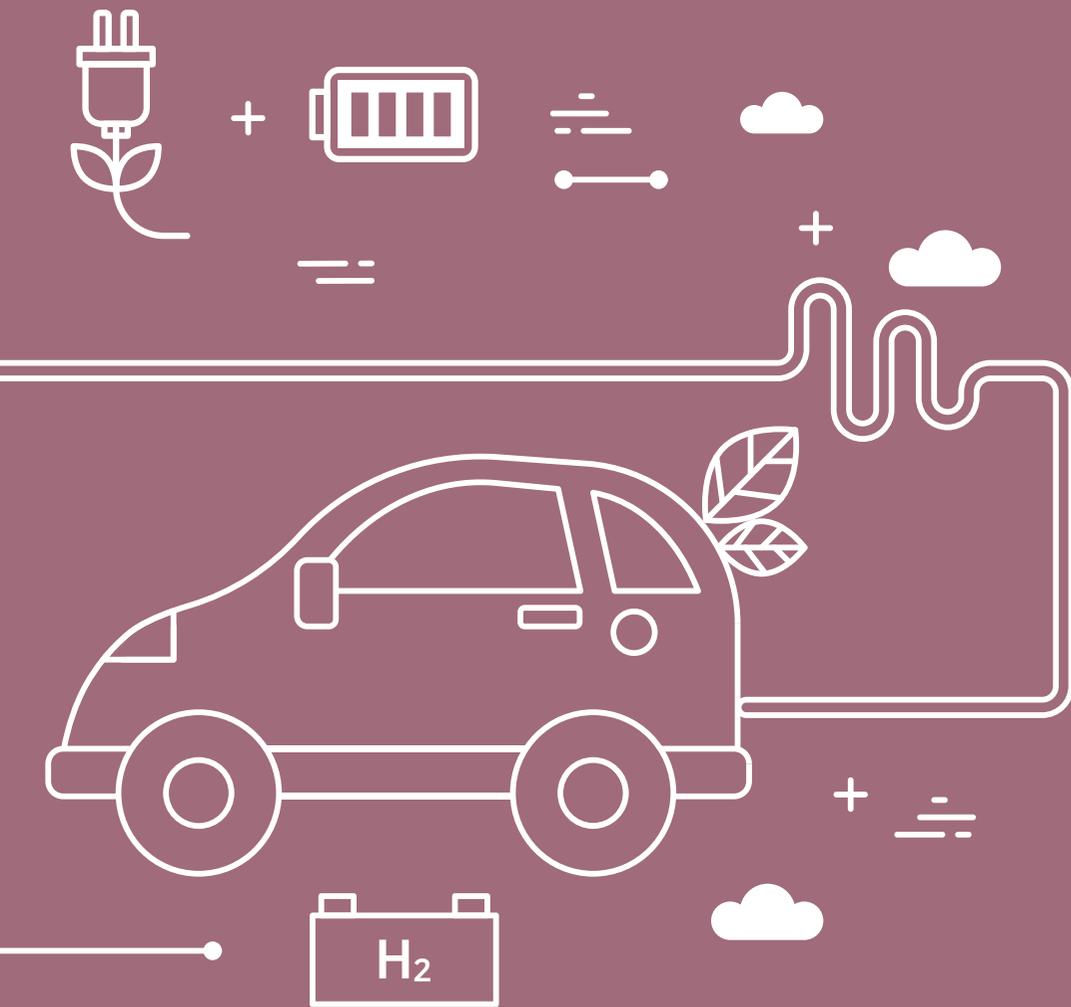
수소 정책과 로드맵

44

수소의 안전과 표준



지구 온난화 문제로 인해 온실가스 배출 저감을 위한 대체 에너지의 필요성이 다시금 부상하는 가운데, 우리나라 정부가 2019년 1월 「수소경제 활성화 로드맵」을 발표하며 정부 주도의 수소경제가 부상하고 있다. 수소경제는 세계적으로 초기단계로서 누구도 가보지 않은 새로운 길이므로 누가 선점하느냐가 중요하다. 이번 특별기획에서는 우리나라가 수소경제를 선도하기 위한 가능성과 한계에 대해 수소의 생산, 저장·운송·충전, 수소 모빌리티, 수소 연료전지, 정책 및 안전·표준 등 다양한 측면에서 살펴보고자 한다.





# 수소의 실체와 함께 살펴보는 수소경제의 미래



글. 유석현 고문  
두산중공업(주)

산업혁명 이래 발전해온 화석연료 기반의 거대한 사회-기술체제를 담고 수소연료 기반의 수소경제 시대가 현실적으로 가능할 것인가? 가능하다면 언제쯤 올 것인가? 어떤 모습으로 올 것인가? 이 글에서는 대중들이 궁금해 하는 주제를 포함하여 수소의 정체부터 수소경제 성공을 위한 선제조건까지 알기 쉬운 기본 개념들을 인용하여 기술하였다.

## 서론

올 1월 문재인 대통령의 「수소경제 활성화 로드맵」 발표 이후, 3월에는 국내 수소충전소 건설을 확대하기 위한 민관컨소시엄인 HyNet이 출범하였다. 국내 수소충전소 인프라 확대는 대중들에게 수소경제의 미래가 내 주변에 다가오고 있다는 인식을 심어주는데 기여할 것으로 생각한다. 그러나 강릉 수소저장탱크 폭발사고 이후로 안전성에 대한 대중 수용성 문제가 수소경제의 새로운 고민으로 대두되었다. 수소경제의 앞길에는 다양한 난제들이 수시로 발생할 가능성이 높다. 수소경제에 대해 납득하기 어려운 주장이 난무하면 수소경제에 대한 대중의 신뢰를 확보하기 어렵다. 대중들과 진실한 소통이 필요한 시점이다.

## 수소의 정체

수소의 원자번호는 1이며, 원소 기호는 H이다. 원자량은 1.00794g/mol이고 상온에서 기체로 존재한다. 수소 가스는 스스로 타는 성질이 있고, 불을 대면 “퍽” 소리를 내며 탄다. 폭발하는 성질도 있다. 수소의 주요한 특징 중의 하나로, 팔라듐(Pd)과 같은 특정 금속에 상당한 함량의 수소가 흡수 용해(흡장, Occlusion)되는 성질이 있다.

수소경제를 강조하면서, 수소는 우주에서 가장 흔한 무한대로 풍부한 자원이며, 화석연료와는 달리 지구상의 어느 지역에서나 쉽고 깨끗하게 만들 수 있는 것처럼 얘기한다. 수소는 은하계에는 74%, 태양계에는 70.6%를 차지하지만, 지구에는 0.0026%, 지각에는 0.14% 존재한다. 우주 전체로 보면 수소는 압도적인 원소이지만, 지구로 범위를 한정하면 현실은 만만치 않다. 가장 근본적인 문제는 지구상에는 분리된 수소가 존재하지 않으며, 수소는 물이나 유기화합물 분자에 연결된 형태로 존재한다는 것이다.

수소는 단위 중량(kg)당 열량이 높은 대신 분자량이 가벼워서 부피가 크다. 수소의 에너지 밀도는 휘발유나 천연가스와 비교하면, 고압축 혹은 액화 시에도 무게 기준으로는 3배 정도 높지만, 부피 기준으로는 4분의 1에 불과하다. 수소 가스는 밀도가 낮고 액화가 어렵고 많은 재료와 화학 반응을 일으키기 때문에 수소 중심의 에너지 시스템 설계는 저장, 운송, 분배 및 사용 단계에서 많은 엔지니어링 및 기술적 과제를 요구한다.

## 탄소발자국(Carbon Footprint)에 따른 수소 분류

수소는 자연상태에서 단독으로 거의 존재하지 않기 때문에 물이나 유기화합물에서 수소를 추출하여 만들

어야 한다. 그림 1에 보이는 바와 같이 수소는 천연가스, 석탄, 석유, 바이오매스와 같은 다양한 공급원료(Feedstock)와 재생에너지, 원자력과 같은 에너지를 사용하여 생산할 수 있다. 연간 7,900만 톤에 달하는 전세계 수소생산량의 약 48~50%는 천연가스의 수증기개질, 30%는 정유 및 화학 부문의 부생수소, 18%는 석탄가스화(주로 중국) 등 화석연료에서 생산된다. 나머지 2~4% 정도는 염소 생산의 부산물로 물의 전기분해(수전해) 방법이 차지할 정도로 아직은 화석연료 의존도가 압도적이지만 재생에너지에 의한 수전해 기술에 관심이 집중되고 있다. 수소는 생산과정의 탄소발자국에 따라 3가지로 분류할 수 있다.

회색수소(Grey Hydrogen)는 천연가스의 수증기개질, 석탄가스화 방법으로 화석연료에서 추출한 수소이며, 생산 기술이 잘 확립되어 있고 수소 생산비용은 US\$ 1~2/kg H<sub>2</sub> 정도로 저렴하지만 수소생산 과정에서 대량의 이산화탄소를 배출하는 고탄소수소(High-Carbon Hydrogen)이다.

저탄소수소(Low-Carbon Hydrogen)는 회색수소

기반으로 수소를 추출하되, 추출과정에서 나오는 이산화탄소를 포집·제거한 수소를 의미하며, 탄소포집장치(CCS)가 필요하다. 회색수소와 함께 상당한 기간 동안 수소경제를 지탱하는 수소이다.

녹색수소(Green Hydrogen)는 재생에너지에서 생

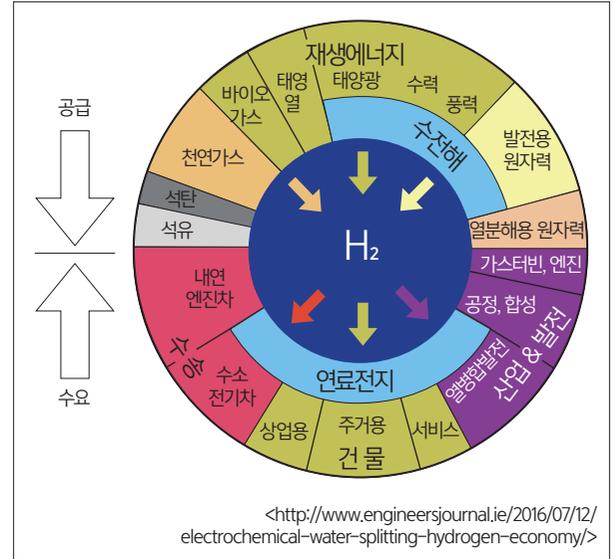


그림 1. 수소의 공급과 수요관계

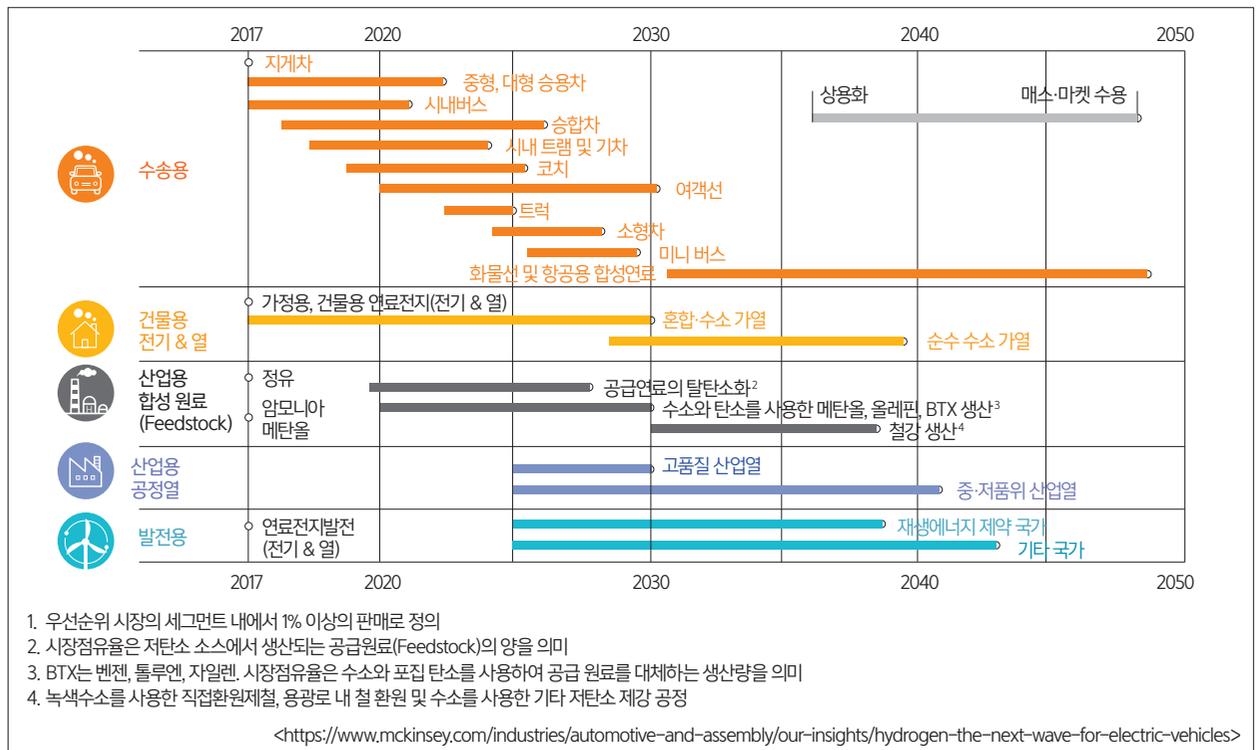


그림 2. 초기 상용화부터 매스-마켓(Mass-Market) 수용까지의 예상 일정

산한 전기를 사용하여 물을 전기분해하여 만들어 낸 수소를 의미한다. 수소경제를 구성하는 진정한 의미의 수소이다. 이산화탄소는 배출하지 않지만 수소 생산비용은 비싸다.

## 수소는 수송, 발전, 산업, 건물에 활용

**그림 1**의 하단에는 생산된 수소의 다양한 수요처를 나타내고 있다. 수송은 수소 활용 잠재력이 가장 높은 분야이며, 수소경제의 성공여부는 수소전기차에 달려 있다고 하여도 과언이 아니다. 수소위원회의 비전에서는, 지구상의 수소 수요 증가의 3분의 1이 수송 부문에서 나오는 것으로 발표하였다. **그림 2**에 표시된 수송 분야 일정대로 실현되면, 2050년까지 전체 차량의 20%를 수소전기차가 점유할 수 있을 것으로 예상된다. 이러한 비율은 수송 부문에서 하루에 2,000만 배럴의 석유 소비 감소에 해당한다.

건물에 필요한 열과 전기는 가정용·건물용 연료전지를 통해 공급 가능하지만 천연가스 개질 수소와 부생수소 등 회색수소 사용이 주류를 이룬다. 부생수소 생산 인근지역이나 천연가스 공급망이 있는 지역에서는 기존 인프라 활용 시 회색수소 경제성이 높기 때문이다. 장기적으로는 100% 녹색수소를 사용하는 것을 목표로 하고 있다.

발전 분야에서 수소는 산업이나 가정에 필요한 전기와 열을 동시에 생산할 수 있기 때문에 다양한 용도로 사용된다. 수소는 연료전지를 통한 분산형발전과 열병합발전, 기존의 천연가스 연료를 수소로 대체한 수소가스터빈 및 수소엔진발전, 신재생에너지의 잉여 전력을 장기간 보존하여 재생에너지의 간헐성과 경직성을 보완하는 에너지저장장치(ESS)로 활용된다.

산업 분야는 2018년 현재 전 세계 수소 생산량의 90%를 사용한다. 암모니아(NH<sub>3</sub>) 생산에 55%, 정유 산업에 25%, 메탄올(CH<sub>3</sub>OH) 생산에 10%를 사용한다. 산업 분야 이외의 기타 용도로 나머지 10%가 활용된다. 산업 분야에서는 암모니아 및 메탄올과 같은 화학물질 생산, 정유 및 제철소에 사용되는 연간 5,500만 톤 이상에 이르는 화석연료 기반의 공급원료를 녹

색수소로 대체하는 것이 첫번째 목표이다. 두 번째 목표는 중화학공업에서 필요로 하는 산업용 공정열을 수소 열병합발전소를 사용하여 전기와 함께 공급하는 것이다.

## 수소경제의 정의

수소경제는 수소를 주요 에너지원으로 사용하는 경제산업구조를 말한다. 올해로 수소경제 용어 탄생 50년째에 접어들었다. 우리 정부의 「수소경제 활성화 로드맵」에 따르면 수소경제란 “수소를 중요한 에너지원으로 사용하고, 수소가 국가경제, 사회전반, 국민생활 등에 근본적 변화를 초래하여, 경제성장과 친환경 에너지의 원천이 되는 경제”로 정의하고 있다.

수소경제(Hydrogen Economy) 용어는 1970년 제너럴모터스(GM) 기술센터 강연에서 전기화학자인 존 보크리스(John O'M Bockris) 교수에 의해 최초 사용되었다고 알려져 있다. 공식적으로는 1975년 출간된 그의 저서 “Energy: The Solar Hydrogen Alternative”에 언급되었다. 이 용어는 2000년대 초반 일부 비평가와 대체기술 지지자들의 활동으로 유행하게 되었다. 특히 2003년 제러미 리프킨의 저서 ‘수소혁명(The Hydrogen Economy)’과 미국 조지 W. 부시 행정부의 수소경제 이니셔티브를 통해 대중에 확산되었다.

2000년대 초반의 수소경제는 화석연료의 고갈에 따른 대체재로 수소를 지목하였고, 이를 통해 수소 기반의 경제가 도래할 것이라고 주장한 반면, 현재는 지구온난화를 완화하기 위한 대안으로 수소경제의 관심 영역이 이동하였다.

## 왜 수소경제인가?

### 에너지 자립 및 안보에 대한 희망

수소를 주목하는 것은 에너지 자립이 어려운 한국에서 석유, 가스, 석탄을 대체하면서 국가 산업을 한 단계 더 도약시킬 수 있기 때문이다. 우리나라는 전체 에너지 수요의 95%를 수입에 의존하기 때문에 국제 가격 변동에 영향을 많이 받을 뿐만 아니라, 특정 지역

에 수입치가 한정되어 있어 국가안보에 미치는 에너지의 영향이 적지 않다. 안정적 경제성장과 에너지 안보를 위하여 전통적으로 에너지 자립에 관심이 높다.

### 수소경제는 지속 가능한 비즈니스 모델이다

20년 전의 열풍에 이어 두번째 수소경제 붐이 국내에서 시작되었지만 짧게는 2023년 이후까지 중기적으로는 2030년까지 지속될 수 있을 것인가? 비관과 낙관이 공존하며 우여곡절을 겪겠지만 수소경제는 파리기후변화협약과 보조를 맞추면서 지속 가능할 것으로 예측한다.

2021년부터 발효되는 파리기후변화협약으로 화석연료 시대에 종언을 고하고, 재생에너지만으로 70억 명 이상의 인류 문명사회가 요구하는 전력과 에너지를 공급할 수 있을 것인가? 수소 에너지는 재생에너지와 함께 기후변화를 지지하는 주요 에너지원으로 탄소배출을 “0” 수준으로 만드는 잠재력이 큰 기술이다. 미래의 우리 정부도 기후변화에 대응하는 수단으로 국가 경영에 수소에너지 대안을 수용할 가능성이 높다. 한국은 2030년까지 BAU 대비 37% 이상화탄소 감축을 국제사회에 약속하였으며, 필수적으로 국내 에너지 시스템의 큰 변화가 필요하기 때문이다.

### 한국 제조업과 미래 성장동력에 미치는 영향이 크다

한국 제조업이 활력을 잃고 침체국면으로 접어들고 있으며, 기존의 주력산업을 대체할 신성장동력 발굴 사업도 지난 10년동안 성과가 없는 상황이다. 수소경제는 생산에서 수요까지 전체 밸류 체인 관점에서 한국 제조업 성장동력 및 신산업으로 도약할 가능성이 높다. 수소 에너지는 수소 인프라 구축과 수요산업 발전에 한국의 전통적인 주력산업 경쟁력 기반을 활용할 수 있으며, 새로운 소재부품, 수전해 기술 등 신산업의 가치도 높다.

지속적인 관련 기술 개발로 수소 에너지가 활성화된다는 가정하에, 수소위원회는 수소가 2050년까지 전 세계 에너지 수요의 18%를 차지할 것으로 전망했다. 이는 약 2.5조 억 달러 규모의 관련 시장을 창출하

고, 전 세계 3천만 개의 일자리를 만들어 낼 것으로 기대된다. 수소 에너지는 지구온난화를 완화하는 환경효과와 함께 경제적인 이익까지 제공할 수 있다.

### 미래사회 및 기술 트렌드와 정합성이 높다

한국도 국제적으로 진행되는 거대한 에너지 전환에 동참하고 있다. 연례행사로 특히 봄철에 기승을 부리는 미세먼지 저감을 위하여 석탄화력발전소의 신규 건설과 가동을 줄이고 태양광과 풍력 중심의 재생에너지 사회로 진입하고 있다. 그러나 재생에너지는 간헐성, 경직성, 지역편중성과 같은 근원적인 문제를 내재하고 있다.

수소는 장기적인 에너지 저장 수단을 제공함으로써, 재생에너지 전기를 에너지 시스템에 대규모로 통합 시키는 역할을 한다. 기술적인 원리는 특정한 반응 과정을 통해 전기는 수소로, 수소는 다시 전기로 상호변환이 가능한 특성을 이용하는 것이다. 수소는 지역과 계절에 걸쳐 에너지를 분배 할 수 있으며 에너지 시스템 복원력을 높이기 위한 버퍼 역할을 할 수 있다.

한국의 재생에너지 용량은 2030년에는 20% 수준으로 증가할 것으로 예상된다. 전력 공급과 수요 사이의 불일치를 관리하기 위해 수소를 이용한 Power to Gas(P2G), Power to Ammonia와 같은 에너지저장 기술이 필요하며, 수소는 좋은 해결책을 제시하고 있다.

### 국제적인 개발 및 투자 동향

수소 및 연료전지 기술에 대한 투자는 2000년대 초반부터 본격적으로 시작되었다. 미국은 2005년~2010년 기간 중 연평균 3.5억 달러 이상의 기술개발 투자를 유지하였지만 2011년부터 감소하여 2016년에는 약 1.25억 달러 수준으로 감소하였다. 일본은 2005년에는 2.5억 달러에 근접하는 기술개발 투자 후 감소 추세를 보였지만 2016년에는 3.5억 달러를 투자하여 세계 수소 연구를 주도하였다. 한국은 2011년에 1.2억 달러로 피크를 기록한 후 2017년에는 0.35억 달러로 감소하였다. 세계 주요국의 수소 관련 기술개발 총투자비는 연간 약 8.5억 달러 수준이다.

수소위원회의 발표에 따르면, 수소경제 실현을 위한 인프라, 제조시설 및 기술개발을 포함한 총 투자는 2030년까지 2,800억 달러가 필요하다. 이 투자의 약 60%는 수소의 생산, 저장, 분배를 확장하고 30%는 수소전기차 시리즈 개발, 생산 라인, 그리고 새로운 사업 모델에 들어가는 비용이다. 수소전기차 확산의 병목(Bottleneck) 현상을 해소하기 위한 15,000개의 글로벌 수소충전소 인프라 건설에는 약 200억 달러가 필요하다.

### 수소경제 성공을 위한 선결과제

수소경제가 화석연료에 기반을 두는 기존의 사회-기술체제를 대체하여 우리 앞에 빠른 시일 내에 실현되지는 않을 것이다. 수소경제 실현을 위한 선결과제가 해결되어야 한다. 수소경제나 수소전기차는 20여년 전에도 유행한 개념이었지만 당시에는 ‘시기상조’라는 인식이 많았다. 극복하기 어려운 기술 난제가 많았고 기후변화와 같은 환경적인 공감대도 약했기 때문이다. 20여년 동안의 수소 기술 발전과 신기후체제의 발표로 20년전과는 다른 상황이 전개 중이다. 수소 인프라 구축과 수소전기차의 부상은 수소경제 시대를 여는 촉매제가 될 것이다. 정부의 수소경제 육성 의지에 따른 수소 인프라 구축 계획과 잉여 재생에너지를 이용한 녹색수소 기술에 대한 투자도 수소경제 구현에 긍정적으로 작용하고 있다.

### 경제성 확보: 어렵지만 불가능한 것은 아니다

수소 공급가격을 결정하는 공급단의 경제성, 수소를 직접 연소하거나 공급원료로 사용하는 수요단의 경제성은 상호 연결되어 있다. 수소의 조달 가능한 양과 수요·공급의 경제성 때문에 수소경제는 회색수소 → 저탄소수소 → 녹색수소의 단계별 여정을 채택할 수 밖에 없다.

우리나라는 석유화학공업이 발달해 회색수소인 부생수소를 활용하기 적합하다. 수소 인프라의 미비로 디젤의 경제성을 따라가지는 못하지만 인프라 구축이 진행되면 부생수소는 경제성을 확보할 수 있다. 2019

년 기준으로 한국의 수소연료 평균 공급가격은 지역에 따라 다르지만 6,000~8,000원/kg H<sub>2</sub> 선이다. 수소전기차의 복합연비(96km/kg H<sub>2</sub>)를 감안하면 휘발유보다는 조금 저렴하고, 경유보다는 조금 비싼 수준이다. 일본의 경우 수소전기차용 수소연료 가격은 1,100엔/kg H<sub>2</sub> 수준으로 한국보다 다소 비싸다.

회색수소 사용은 수소경제의 진정한 의미에 맞지 않기 때문에 수소경제의 초입을 지나면 저탄소수소, 녹색수소의 경제성이 수소경제 성공의 결정적인 관문이 될 것이다. 일본은 녹색수소가 아닌 저탄소수소 옵션을 고려하고 있다. 한국도 일본과 비슷한 상황이기 때문에 일본을 참고할 수 있다. 일본이나 한국 모두 포집한 이산화탄소를 국내에 저장할 공간이 부족하기 때문에 수증기개질 장치에 이산화탄소 포집장비를 장착하는 저탄소수소 생산방법에는 한계가 있다. 국내 가능한 대안으로 수소생산 전용 재생에너지 하이브리드 단지 구축 방안이 있다. 일본의 계산에 의하면 2040년에 약 US\$ 5/kg H<sub>2</sub>의 생산비용을 예상한다. 호주 등 자원이 풍부한 지역에서 저탄소수소를 생산해 일본 수요처로 수송하는 방안이 호주 HESC 프로젝트에서 검토되고 있다. 호주의 경우 생산, 운송, 저장 및 탈수소(Dehydrogenation) 비용을 고려하면 2040년 기준으로 US\$ 4.5/kg H<sub>2</sub> 수준으로 여전히 일본 국내에서 생산하는 저탄소수소보다 약간 더 저렴하다.

### 수소 인프라 구축: 국내에서도 시작되었으며 지속적인 실행이 관건이다.

수소경제 활성화는 수소의 생산지에서 최종 수요처까지 공급망을 연결하는 인프라 구축에 크게 좌우된다. 대규모의 수소 전용 운송, 저장, 분배, 충전 네트워크가 구축되면 수소의 경제성과 편의성은 극적으로 향상된다. 정부의 수소경제활성화 로드맵에 따르면 수소충전소는 2022년까지 누적 310개소, 2040년까지 1,200개소 이상을 건설할 예정이다. 수소충전소 건설을 위하여 민관 특수목적법인인 수소에너지네트워크 HyNet이 금년 3월 출범하였으며, 2022년까지 총 100개소의 수소충전소 구축·운영을 목표로 하고

있다. 한국의 수소 인프라 구축 사업이 진도를 내기 시작하였다. 관건은 훌륭한 계획을 실행하는 실행력과 지속성에 달려 있다.

현재 유럽에서 시도하고 있는 천연가스 공급망에 수소를 혼입하는 방안, 액화천연가스(LNG)나 액화석유가스(LPG) 공급망에 수소 추출기를 설치해 추가적인 인프라 투자 없이도 수소를 분산 공급하는 방안 등이 있다. 기존의 금속 배관에 수소를 혼입하는 경우 배관 유지·관리 비용이 크게 증가할 수 있는 문제를 갖고 있기 때문에 국내에서도 실증이 필요한 분야이다.

### 수소 연료의 안전: 사람·제도·기술로 안전하게 관리할 수 있다

수소가스의 점화온도는 500℃ 정도로 자연발화 가능성이 휘발유 보다 아주 낮지만 불에 잘 반응하고, 공기 중 수소의 농도가 4%~75%일 때는 강한 폭발성을 가진다. 이는 공기와 수소의 혼합 비율이 무엇이든 누출된 수소는 단순한 불꽃이 아니라 폭발로 이어질 가능성이 있음을 의미한다.

수소는 반도체, 제철, 화학, 정유, 비료 등 산업 전반에 걸쳐 100년 이상 오랜 기간 사용된 에너지로 안전하게 관리하는 방법이 널리 알려져 있다. 저장·연료 탱크를 튼튼하게 만들 수 있고, 각종 안전 장치와 시스템이 개발되어 있다. 그러나 수소 안전에 대한 지나친 믿음은 피해야 한다. 국내에 부족한 수소 안전분야 기술 축적과 전문가 양성이 필요하며, 사용자 교육도 필요하다. 수소 안전을 위한 사람, 제도, 기술의 3요소를 기본으로 수소의 위험성을 충분히 인식하고 대처하면 수소는 안전하게 관리할 수 있다.

### 수소전기차와 전기차의 경쟁: 상호보완 효과로 극복한다

수소전기차(FCEV)와 배터리전기차(BEV)는 중중 경쟁 기술로 설명된다. 그러나 수소전기차와 배터리전기차는 상호 보완적인 강점을 가지며, 최근 미래자동차의 중심에서 각광을 받고 있는 배터리전기차의 성공은 수소전기차의 활용을 촉진할 수 있다. 두 기술

모두 전기를 이용한 구동기술이며, 따라서 산업 규모가 커짐에 전기구동계 및 기타 소재부품의 비용이 낮아지는 이점이 있다.

수소전기차와 배터리전기차는 미래 자동차 시장에서 현재 내연기관의 가솔린-디젤 기술과 유사하게 공존할 것으로 예상된다. 배터리전기차는 단거리 운행과 승용차에 유리하며, 수소전기차는 장거리 운행과 상용차에 유리하다. 수소전기차 기술과 배터리전기차 기술은 서로 단점 보완이 가능하기 때문에 하나의 기술이 다른 기술을 배척한다는 접근법은 타당하지 않다는 견해가 많다. 국제에너지기구, 맥킨지, 블룸버그 등의 유명 전망기관들도 2030년 이후에도 수소전기차와 배터리전기차는 공존하는 것으로 전망하고 있다.

### 결론

수소경제는 미래사회가 요구하는 많은 질문에 대한 답을 제공할 수 있다. 국가의 숙원인 에너지 자립, 침체된 제조업의 부활과 신성장동력 발굴, 기후변화에 대한 국제적인 기여, 우리사회가 추구하는 에너지 전환정책과의 정합성 등 수소경제의 당위성은 차고 넘친다. 그러나 수소경제의 비전이 실현되기 위해서는 선제적으로 해결해야 하는 난제들도 널려 있다. 수소는 경제성, 안전성, 기술적으로 해결해야 할 것이 대단히 많은 '아직 완성되지 않은 미래기술'이지만, 미래의 성공 가능성은 높다는 의견이 많다. 수소는 인류가 포기할 수 없는 에너지 대안이며, 인류에게 남아 있는 에너지 자원이 몇 가지 없기 때문이다.

수소 인프라 구축, 수소 R&D 결과의 실용화 및 시장 보급초기에는 정책적 지원이 무엇보다 중요하다. 수소경제가 시장에 뿌리를 내리고 대중이 수용하는 사회변혁을 이루어 내기 위해서는 과학기술과 함께 인문사회학의 역할도 필요하다. 수소경제의 의미와 비전은 좋다. 지금 당장 실행하고 그 실행을 지속하는 것이 중요하다. 산업계, 투자자 및 정책 입안자들의 선각자 정신이 그 어느 때보다도 필요한 시점이다.

**기술혁신**



## 그린 에너지 시대의 수소 생산



글. 이성민 원장  
한국가스공사

지구 온난화 문제로 인해 온실가스 배출 저감을 위한 대체 에너지의 필요성이 다시금 부상하기 시작하였다. 수소에너지는 기존의 내연 기관을 대체하여 CO<sub>2</sub> 및 미세먼지 저감과 같은 친환경성을 확보할 수 있는 에너지원으로 주목받고 있다. 이에 따라 수소경제의 당위성 확보를 위해서는 국내에서도 수소를 도입하지 않을 수 없을 것으로 예상된다.

### 수소 생산 기술

수소의 장점 중 하나는 다양한 방법으로 제조가 가능하다는 것이다. 국내외적으로 수소제조 방법으로 물 전기분해, 부생수소 그리고 탄화수소의 개질 및 열분해 방식이 주목받고 있다.

물 전기분해는 신뢰성이 높고, 손쉽게 고순도의 수소를 얻을 수 있는 수소 생산기술이다. 알칼라인(Alkaline) 수전해, 고분자 전해질 이용(Polymer Electrolyte Membrane) 전해법, 고온수증기 전해법이 대표적인 기술이다.

알칼라인 수전해는 오래전부터 알려진 수소제조 방법으로, 20~40%의 수산화칼륨(KOH) 혹은 수산화나트륨(NaOH) 용액을 전해액으로 사용하며, 수산화이온(OH<sup>-</sup>)만을 선택적으로 통과시키는 격막, 수소와 산소를 발생시키는 니켈과 철 전극으로 구성된다. 알칼리 물 전기분해는 실용화되어 기술적 성숙도와 신뢰도가 높다. 하지만 낮은 에너지 효율, 낮은 전류 밀도, 전해액에 의한 기기 부식의 단점이 있고 전극의 높은 내식성을 요구하며 전해액의 농도를 유지하기 위하여 주기적으로 전해액을 보충해 줘야 한다는 단점이 있다.

고분자 전해질 전해법은 양극, 음극 및 생성가스 분리와 수소이온을 양극에서 음극으로 이동할 수 있게

하는 이온교환막(전해질 기능)으로 구성되어 있다. 촉매로는 귀금속 촉매(Platinum, Iridium, Ruthenium)가 사용되며 고분자 고체 전해질로 불소계 이오노머(Nafion)를 사용한다. 전류밀도가 높아 에너지 효율이 매우 높고, 작은 크기로도 제작이 가능하다. 또한 Cell을 적층형식으로 제작할 수 있으며, 순수한 물을 원료로 사용하므로 순도도 매우 높다. 하지만 분리막이 매우 고가이며, 강력한 부식성을 가지고 있어 귀금속 계열의 비싼 전극이 필요하며, 분리막의 수명이 짧아 유지비용이 많이 드는 단점이 있다.

고온수증기 전해법은 적은 전기에너지로 고효율의 물 분해가 가능하며, 고체산화물 전해질을 사용하기 때문에 부식의 문제가 없고, 전해액을 보충해줄 필요가 없어 경제적인 유지 보수가 용이하다. 그러나 수증기를 700℃ 이상으로 가열하는 데 추가 열원을 필요로 하며, 고온에서 충분한 내구성을 가지는 고체전해질에 대한 기술적 성숙도가 떨어진다.

부생수소는 산업 현장에서 공정 특성상 발생하는 수소를 말한다. 일반적으로 부생수소는 가스회사에 판매하거나 생산 공정내의 보일러 등 열원으로 사용되며, 제철소 부생가스, 납사 분해공정 등에서 발생한다.

제철 가스는 코크스로에서 발생하는 COG(Coke

Oven Gas), 고로를 중심으로 하는 제선과정에서 발생하는 BFG(Blast Furnace Gas), 전로를 이용하는 제강공정에서 발생하는 LDG(Lintz Donawhitz Gas)가 있다. BFG는 화학원료로서 가치가 있는 일산화탄소(CO), 수소(H<sub>2</sub>)의 함량이 낮아 연료로 이용하는 것이 일반적이거나, COG는 정제하여 수소를 얻거나 혹은 포함된 탄화수소를 부분산화 또는 수증기 개질을 하여 합성가스를 얻을 수 있다.

납사분해공정은 납사, 경유, 에탄 등을 주원료로 하여 에틸렌, 프로필렌 등을 생산하는 석유화학 공정이다. 납사분해공정은 열분해, 급랭, 압축, 정제의 공정으로 이루어지며, 열분해 공정에서는 원료를 고온에 의한 열분해 반응을 통해 여러 종류의 탄화수소화합물을 생성시킨다. 정제 공정에서 압축된 분해가스를 증류조작을 통해 수소, 메탄, 에틸렌, 프로필렌, C-4 Mixture, 열분해가솔린(Pyrolysis Gasoline) 등을 분리한다.

탄화수소계 연료(LNG, LPG, Naphtha 등)의 경우 수증기 개질(Steam Methane Reforming), 부분산화법(Partial Oxidation), 자연개질법(Auto-thermal Reforming)등의 개질법으로 수소를 제조한다.

수증기 개질은 수소 생산에서 가장 저렴한 방법으로 여겨지고 있으며, 세계 총 수소 생산의 거의 절반을 이 방법으로 제조하고 있다. 700~1,100°C에서 스팀을 메탄과 혼합하여 압력 0.3~0.25MPa의 촉매 반응기에서 반응하며, 약 75%의 수율을 나타낸다. 메탄과 물 모두에서 수소가 생산되기 때문에 높은 생산 수율이 가능하다.

부분산화법은 천연가스와 산소와의 반응으로 이루어지며, 수소와 일산화탄소가 주요 산물이다. 부분산화반응은 산소가 소요될 때까지의 메탄가스의 빠른 연소, 수소와 일산화탄소가 생성되는 비교적 느린 반응으로 이루어진다. 비교적 반응속도가 빠르며 작은 반응기를 사용하는 장점이 있으나, 단위 원료당 적은 양의 수소를 생산한다. 또한, 산소 플랜트가 추가로 필요하다.

자연개질법은 수증기 개질과 부분산화의 조합반응

기술이라 할 수 있으며, 수증기 개질 흡열반응에 필요한 열을 부분산화 발열반응에 의하여 자체 공급하여 외부로부터의 열원이 필요 없으며 초기 시동의 신속성 및 부하변동에 대한 응답특성이 매우 빠르다. 천연가스, 스팀 그리고 산소가 약 1,250°C에서 부분연소되어 흡열반응에 필요한 열을 제공하게 되며 반응압력은 약 2~7MPa 정도이다.

그 외 열분해 기술은 이산화탄소의 발생 없이 수소를 제조하고 부산물로 고순도의 카본블랙(Carbon Black)을 얻을 수 있어서 경제성을 높일 수 있으나, 반응 온도가 높아 고온용 밸브가 사용되어야 하며, 반응기 제어가 복잡하다는 점이 있다. 또한 플라즈마 방식의 기술은 해외에서 상업화될 정도이나 과도한 전기 에너지의 사용으로 인하여 최근 개발이 주춤하다.

### 국내 수소 생산 CO<sub>2</sub> 배출량 분석

미래의 수소생산 방법은 온실가스 배출량이 적어야 한다. ‘국내 수소 생산에 따른 CO<sub>2</sub> 발생량 분석(Journal of the Korean Institute of Gas, 23, 2, 1~8, 2019)’에서는 대표적인 수소생산 방식인 탄화수소(천연가스, LPG, 납사) 개질, 그리고 알카라인 전기분해에 의한 국내 수소 생산 시 발생하는 CO<sub>2</sub> 배출량을 산정하였다. 해당 연구에서는 LNG의 기화 과정, 전기분해를 위한 전기 생산, COG의 연료용 수소를 천연가스로 대체할 경우를 포함하여 실질적인 CO<sub>2</sub> 배출량을 산정하였다.

개질 기술을 활용한 수소 생산 시 발생하는 CO<sub>2</sub> 배출량의 수치 분석 결과, 천연가스, LPG, 나프타(Naphtha)가 12.47~15.03kg-CO<sub>2</sub>/kg-H<sub>2</sub>를 나타내며, 이는 GREET 분석 결과와도 유사하다(그림 1).

그러나 ‘KOGAS 수소 제조 시스템 개발 기획연구 보고서(한국가스공사 가스연구원, 2017)’에 의하면 국내 현지공급방식(On-site) 충전소에서 생산된 수소를 차량에서 활용한 것까지 비교하면, 개질 효율이 90%까지 향상되어도 아이오닉 하이브리드 차량보다 CO<sub>2</sub> 배출량이 많다(그림 2). 따라서 CCS(Carbon Capture & Storage)를 고려한 대량 생산으로 약 60%

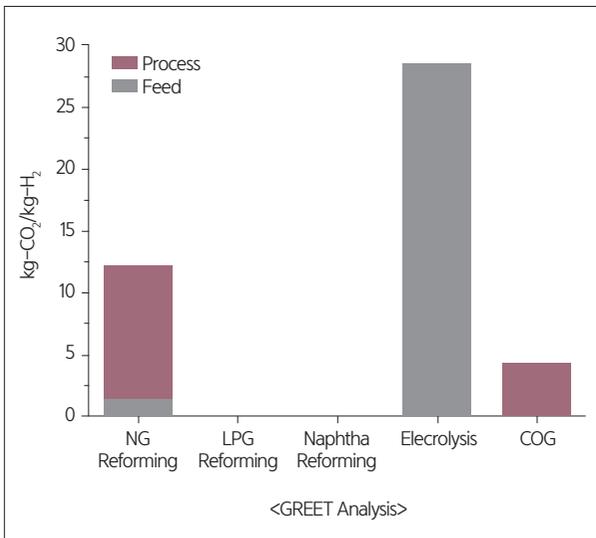
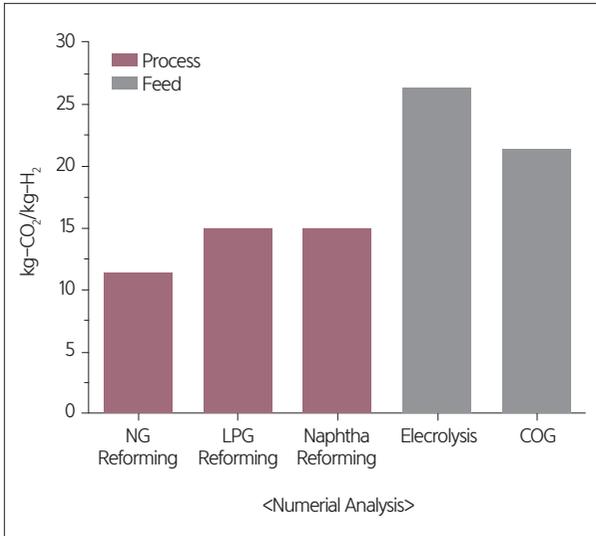


그림 1. CO<sub>2</sub> 배출량 분석 결과

의 CO<sub>2</sub>를 추가 절감하여 환경성을 확보하거나, 신재생 수소의 도입이 절실함을 의미한다.

알카라인 전기분해는 CO<sub>2</sub> 배출량이 25.3kg-CO<sub>2</sub>/kg-H<sub>2</sub>로 천연가스 개질의 발생량의 2배 이상인 것으로 보인다. 이는 국내 환경에서는 전기 생산 시, 석탄의 의존도가 매우 높아 해당 전기를 활용한 수전해 수소 생산 역시 환경성이 떨어지는 것으로 보인다. 다만, 국내 신재생 에너지 활용이 증가할수록 생산된 수소의 환경성은 개선될 것이다.

마지막으로 COG로부터의 수소생산의 경우 제철공정에 크게 의존한다. COG 조성은 표 1과 같다. COG를 공정의 연료로 활용하지 않고 수소를 생산할 경우, 동

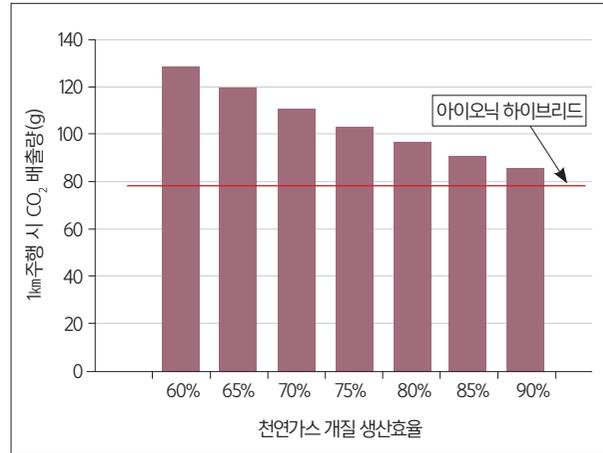


그림 2. 천연가스 개질 효율에 따른 수소전기 자동차의 CO<sub>2</sub> 발생량

Component	Volume Percent(%)
Hydrogen	55
Methane	25
Nitrogen	9
Carbon monoxide	6
Carbon dioxide	3
Hydrocarbon	2
<b>Sum</b>	<b>100</b>

표 1. COG(Coke Oven Gas) 조성

일 열량만큼의 대체 연료가 필요하다. 천연가스(메탄)를 활용할 시, 21.48kg-CO<sub>2</sub>/kg-H<sub>2</sub>가 배출된다.

### 미래의 수소 생산 전망

독일 및 유럽의 경우, CO<sub>2</sub> 저감이라는 수소 에너지 도입 목적에 중점을 맞추어 수소 시대를 준비하고 있다. 독일의 수소경제는 P2G(Power to Gas)로 특징지어진다. P2G에서는 활용 불가능하거나 잉여 신재생 전기를 활용하여 수소를 생산한다. 생산된 수소는 수소전기차를 충전하거나, 천연가스 배관망에 직접 혼입하거나, 합성천연가스 형태로 배관망에 혼입하여 가정용 에너지로 사용한다.

수소 에너지 도입에 있어 선도적인 위치를 차지하고 있는 일본의 경우에는, 초기에는 천연가스 개질 및 자국 내 신재생 전기를 활용한 P2G를 이용하여 수소 생산을, 최종적으로는 CO<sub>2</sub> 발생이 없는 수소를 외국

	단기(~2020년)	중기(~2025년)	장기(~2030년)
수소제조기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 리액터 설계기술 개발: 30, 100, 300 Nm<sup>3</sup>/h급 리액터 개발(전략과제)</li> <li>· PSA 고효율화 기술 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 300 Nm<sup>3</sup>/h 기준 열효율 75% 확보</li> <li>· ST용 CO<sub>2</sub> PSA 기술개발 완료</li> <li>· 대형 On-site 스테이션용: ~3,000 Nm<sup>3</sup>/h 리액터 설계기술 개발</li> <li>· 수소 에너지 선도 기술 개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 고효율 리액터: CaO Cycle 등</li> <li>- H<sub>2</sub> 수송: LH<sub>2</sub>, 메틸사이클로hex산/톨루엔, 암모니아</li> </ul> </li> <li>· 국내외 신재생수소 생산타당성 분석</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Central SMR 리액터 기술개발 (10,000 Nm<sup>3</sup>/h 이상)</li> <li>· non-CO<sub>2</sub> 수소 수입 실증</li> <li>· 신개발기술 실증</li> <li>· 신재생수소 생산 실증</li> </ul>
수소충전 인프라실증	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 30 Nm<sup>3</sup>/h급 수소차/전기차 융복합 충전소 실증</li> <li>· 충전용 Cooler 기술 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 300 Nm<sup>3</sup>/h급 수소 스테이션 실증(정부 수탁과제)</li> <li>· 300 Nm<sup>3</sup>/h급 CNG/H<sub>2</sub> 복합 충전소 실증(수탁): 장기운전, 운영기술 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 초대형 On-site 충전소의 실증 (3,000 Nm<sup>3</sup>/h 이상, 버스용)</li> </ul>
공급	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 대량수소 저장/이송 관련 기초연구 (액화수소 타당성 평가)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Pipeline 운송방안 타당성평가</li> <li>· 2,500 Nm<sup>3</sup>/h 액화플랜트 실증(액화스테이션 실증)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 대량수소 수송방안 검토: 액화, 액체수송</li> </ul>
이용		<ul style="list-style-type: none"> <li>· 수소 터빈발전 실증(대량수소 공급의 시작)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 오토바이</li> <li>· 중장비, 지게차</li> <li>· 선박</li> <li>· 항공기</li> </ul>
비고	(2020년 목표) <ul style="list-style-type: none"> <li>· 수소연료전지차: 9,000대</li> <li>· 수소스테이션: 80기</li> </ul>	(2025년 목표) <ul style="list-style-type: none"> <li>· 수소연료전지차: 10만 대</li> <li>· 수소스테이션: 210기</li> </ul>	(2030년 목표) <ul style="list-style-type: none"> <li>· 수소연료전지차: 63만 대</li> <li>· 수소스테이션: 520기</li> </ul>

표 2. 가스공사 수소기술개발 로드맵

으로부터 수입하고자 한다. 이에 따라 수소 수입을 위한 수소 이송·저장·공급 시스템 확립을 목표로 수소 산업기술개발 전략 로드맵을 수립하였다. 더욱이 수소의 해외 대량생산을 위해 국제적인 협력을 진행 중이다.

수소의 수출을 준비하고 있는 대표적인 나라는 호주이다. 호주 주정부는 신재생에너지로부터 수소를 생산하여 수출하고자 하는 기술개발 및 실증사업을 추진하고 있다. Port Lincoln Green Hydrogen Project는 신재생에너지로부터 15MW급 수전해장치로 수소를 생산, 다시 암모니아를 만들어 공급하여 10MW 수소터빈, 5MW 연료전지를 운전해 발생한 전기를 전력망에 공급하는 실증사업을 추진하고 있다. 이외에도 Pilabara Renewable Ammonia, Neoen's Crystal Brook Energy Park, Acto's Clean Energy Innovation Hub 등 신재생에너지로 수소를 생산하는 프로젝트가 추진 중이다. 또한 대학, 연구소, 기업에서 수전해 기술 개발에 집중하고 있으며, 호주 주정부에서는 신재생에너지를 활용한 수소 제조기술 개발 및 사업추진을 장려하고 있다.

국내에서는 CO<sub>2</sub> 및 미세먼지 저감을 위한 친환경 자동차와 인프라 보급에 대한 관심이 증대됨에 따라 수소추출, 수전해, 수소이송에 관한 연구가 진행되고 있다.

한국가스공사에서는 가능한 시나리오별 수소시대를 대비하는 수소기술개발 로드맵을 수립하였다(표 2). 단기적으로는 천연가스 개질 수소 제조기술 개발을 추진하여 2025년까지 고효율의 천연가스개질 수소 추출장치를 개발할 예정이다. 중기적으로는 수소 터빈을 실증할 예정이며, 장기적으로는 2030년까지 수소수입을 실증하고자 LOHC 물질 및 촉매개발, LH<sub>2</sub> 액화기술 개발 등을 계획하고 있다.

수소시대는 이미 시작되고 있으며, 한국가스공사는 미래의 신재생 수소사회의 선도적 역할을 수행하고자 관련 기술에 대한 집중적인 연구를 수행하고 있다.

**기술혁신**



# 수소의 저장, 운송 및 충전



글. 유영돈 연구위원  
(사)고등기술연구원

수소를 안정적이고 경제적으로 공급하기 위해서는 생산·운송·저장 등 전 과정에 대한 종합적인 평가가 필요하며 이를 위해 액화 또는 액상수소의 저장·운송, 고압수소 저장용기, 고압 배관 운송기술, 그리고 2030년 이후 예상되는 해외로부터의 수소 수입에 대비한 단기 및 중장기 기술개발 로드맵 수립이 요구된다.

「수소경제 활성화 로드맵」이 발표됨에 따라 수소 생산, 운송 및 저장, 수소전기차, 수소연료전지 등 수소 전주기적인 연구개발과 사업이 진행되고 있다.

생산된 수소를 수소전기차, 수소연료전지 연료로 공급하기 위해서는 운송과 저장 그리고 충전소를 통한 공급이 필요하다. 특히, 수소 운송과 저장은 상호 밀접하게 연계되어 있어 수소를 안정적이고 경제적으로 공급하기 위해서는 각각의 단위 기술뿐만 아니라 운송·저장·충전 전 과정에 대한 통합적인 검토와 분석이 필요하다. 또한 수소경제 구현을 위한 ‘CO<sub>2</sub>-free H<sub>2</sub>’라는 궁극적인 목표를 달성하기 위해서는 생산 과정뿐만 아니라 운송·저장·충전 전 과정의 온실가스 배출량 산정에 대한 평가도 반드시 필요하다.

따라서 이 글에서는 수소의 운송·저장·충전 각 과정의 기술적 사항과 최근 이슈 사항에 대해 논의하고자 한다.

## 수소의 운송

수소의 운송은 크게 기체 운송과 액체 운송으로 나눌 수 있으며, 액체 운송은 다시 액화와 액상 운송으로 나누어진다. 기체 운송은 튜브 트레일러로 운송하는 방법과 배관을 통해 운송하는 방법으로 나누어진다.

다. 일반적인 운송 방법은 표 1과 같이 분류될 수 있다.

아직은 대규모 수소가 필요하지 않은 국내 여건에서는 수소를 운송하는 방법으로 근거리의 경우 저압 배관 방식과 중·장거리의 경우 고압 튜브 트레일러(카트리지)로 운송하는 방법이 주가 되고 있다. 배관 운송 방식은 수소 운송량이 적고 소비지가 수소 생산 시설과 인접하여 배관 건설비용이 사용량 대비 효율성이 있을 때 주로 사용되는 방법이다. 튜브 트레일러를 통한 운송은 강재로 만들어진 실린더(용기) 또는 카트리지에 담아 운송하는 방식으로, 현재는 중·장거리에 중·소규모 단위로 공급하는 곳에 적합하다.

수소 운송 상태	운송 방식	적합한 운송 조건
기체 운송	배관	· 소규모, 단거리에 대해 연속 공급할 경우 · 대규모, 장거리에 대해 연속 공급할 경우
	튜브 트레일러	· 중·소규모, 중·장거리에 간헐적 공급할 경우
액체 운송	액화 탱크로리	· 액화 제조 및 저장 시설과 연계될 경우 · 중·대규모, 중·장거리에 공급할 경우 · 액화 시 소요되는 전력에 의한 온실가스 배출량 증가에 대한 고려가 필요
	액상 탱크로리	· 액상 물질(암모니아, 액체유기금속 등) 제조 시설과 연계될 경우 · 중·대규모, 중·장거리에 공급할 경우

표 1. 수소 운송 방식 분류

국내 수소 운송업체는 덕양, SPG, 린데코리아, 에어리퀴드 등이며, 운송은 배관으로 93%, 튜브 트레일러로 7% 하고 있으며, 전체 배관 길이는 약 200km로 부생가스로부터 부생수소 생산이 가능한 울산, 여수 및 대산과 같은 석유화학단지를 중심으로 집중적으로 구축되어 있다. 배관 공급 압력은 20bar 내외이며 건설비용은 대략 10억 원/km 내외이다.

현재 해외에서는 배관을 통한 대량의 수소를 값싸게 공급하기 위하여 배관 공급 압력을 100bar까지 증가시키면서 수명을 50년으로 목표한 배관 재질 및 설비에 대한 기술개발을 진행하고 있다. 향후 수소 공급량의 증가에 따라 배관 유지보수 및 연결 방법에 대한 가이드라인 또한 필요할 것으로 보인다.

액체 수소 운송방식 중에서 액화 방식은 수소를 대기압 기준 영하 253℃까지 냉각하여 액체 상태로 탱크로리를 통해 운송하는 방식으로, 이미 해외에서는 상용화된 기술로 1~2bar 압력 이하로 대량 운송이 가능하다는 장점과 고압 관련 규제회피가 가능하며 대도시 내 수소공급에 적합한 방식으로 알려져 있다. 그러나 액화하는 데 많은 전력이 소비되며 이에 따른 온실가스 배출량이 많다는 단점이 있다.

액체 상태로 대량의 수소를 운송할 수 있는 장점과 액화에 따른 단점을 극복할 방법이 액상 화합물

형태로 수소를 운송하는 방법이다. 아직 상업화까지 도달되지 못한 기술이지만, 상온·상압과 유사한 온도 및 압력 조건하에서 유·무기 화합물을 이용하여 액상형태로 저장된 수소를 운송하는 기술이다. 수소저장 소재가 액상 유기화합물인 경우, 통상적으로 Liquid Organic Hydrogen Carrier(LOHC)로 명명되고 있으며, 대표적인 LOHC의 예로는 Methyl-cyclohexane(MCH), N-methyl carbazole, Dibenzyl-toluene의 수소화된 화합물 등이 있으며, 유기 화합물 이외에 유·무기 복합체 등이 있다.

유·무기 화합물 기반 액상 화합물 및 혼합물의 경우, 국내는 원천기술개발, 해외에서는 실증 단계 기술로, 일본의 경우 NEDO의 지속적인 지원 하에, Toluene-MCH(Methylcyclohexane) 사이클을 이용한 수소저장, 재방출 촉매 및 시스템에 대한 연구를 수행하고 있다. 즉, 톨루엔에 수소를 첨가하여 MCH 형태로 전환한 후 이송하여 수소 수요처에 구축된 탈수소화 플랜트를 통해 수소를 재생산하고, 다시 톨루엔으로 전환함으로써 수소 운송 사이클이 형성되는 기술이다(그림 1).

일본은 이 기술을 이용하여 브루나이에서 화석연료 개질을 통해 공급받은 수소를 톨루엔에 저장하고, 이를 선박을 이용해 일본까지 운송하는 실증 프로젝트

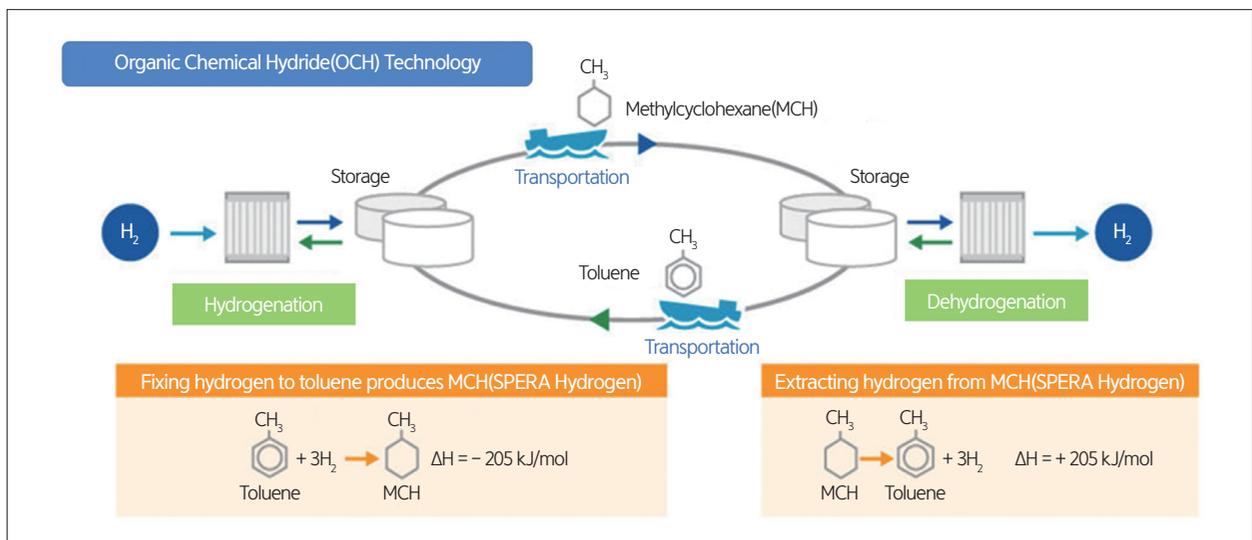


그림 1. Toluene-Methylcyclohexane을 이용한 수소 운송 및 저장 방법

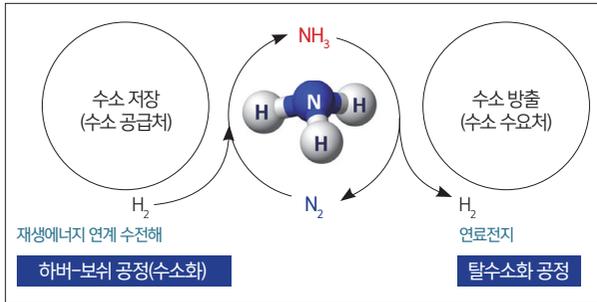


그림 2. 액상 암모니아를 이용한 대용량 수소저장·방출 기술 개념

를 수행 중이며, 2020년까지 기술개발 완료를 목표로 하고 있다. 독일 또한 Dibenzyltoluene 기반의 열매체 유를 이용하여 수소를 저장하고, 저장된 수소를 재방출하는 기술을 확보한 상태이다.

또 다른 액상 화합물로 수소를 운송하는 방법으로는 암모니아를 들 수 있다(그림 2). 암모니아를 이용한 수소 운송기술은 암모니아를 수소캐리어로 활용하는 기술로서, 상온·상압과 유사한 온도 및 압력 조건하에서 액상 암모니아를 운송하고 저장하여 필요시 암모니아를 분해해서 수소 생산할 수 있다. 암모니아는 부피대비 수소저장용량이 약  $120\text{kg-H}_2/\text{m}^3$ 이며, 이 값은 동일 무게 비율을 갖는 액화 수소의 수소저장밀도( $60\text{kg H}_2/\text{m}^3$ )보다 약 2배 높은 수치이다. 암모니아는 끓는점이 약  $-33^\circ\text{C}$ 로 액화에 필요한 에너지가 낮고 액화( $25^\circ\text{C}$ , 8bar)가 용이한 물질이므로 저압 압력 용기에 저장이 가능하며, 동시에 LPG와 유사한 상변화 특성이 있어 현존하는 암모니아 저장 및 이송 인프라를 사용할 수 있어 잠재적으로 경제성을 확보할 수 있는 장점을 가지고 있다. 특히, 수소와 질소로부터 암모니아를 생산하는 공정은 이미 상업화된 하버-보쉬 공정이 있고 암모니아 분해를 통해 수소를 생산하는 공정에 대한 기술 개발이 진행되고 있으며, 해외에서는 이미 상업화되어 암모니아로부터 생산된 수소를 이용한 연료전지 발전 사업이 진행되고 있다.

일본은 호주에서 태양광으로 생산된 전기에너지를 활용하여 수전해 기술을 통해 물로부터 생산된 수소와 공기로부터 분리된 질소를 이용하여 암모니아를 합성하는 프로젝트를 추진 중이며, 이를 통해 생산된

액상 암모니아를 LPG 선박에 저장 후 일본으로 운송하는 계획을 추진하고 있어 파일럿 설비가 2019년부터 운영될 예정이다.

우리나라도 2030년경부터는 해외로부터 수소 수입을 고려하고 있기 때문에 대량의 수소를 해상 운송에 적합한 수소 액화 또는 액상 화합물로의 전환 기술에 관심 갖고 기술개발을 추진해야 한다.

## 수소의 저장

수소의 저장은 고체, 기체 및 액체 저장으로 나눌 수 있으며, 운송 방법과 매우 밀접하게 연계되어 있다. 기체 저장일 경우는 기체 운송, 액체 저장일 경우에는 액체 운송으로 연계되는 것이 일반적이다.

수소 저장 기술 중 가장 보편적인 방법으로는 기체 상태로 저장하는 것으로 이 경우 관건은 고압하에서 안전하게 저장하는 것이다. 현재 적용되고 있는 저장용기의 종류는 Type1부터 Type4까지 4종류가 있으며 특징을 표 2에 요약하여 나타냈다. 먼저, 금속재료 용기인 Type1은 강철, 알루미늄 등 금속만으로 제작된 용기로 금속재료의 강도와 용기의 직경에 따라 사용압력이 결정되며, 무겁고 수소 저장용기의 소재의 제약이 따른다. Type2는 Type1 용기의 몸통 부분만 복합재료로 보강하여 제작된 용기로, 몸통 부분에 복합재료를 사용하여 금속용기의 벽 두께를 감소시켜 무게를 절감한 것이다. 이 경우도 용기의 금속재료가 강도에 지배적인 역할을 하므로 금속재료 용기 범주에 포함한다. 복합재료 용기인 Type3은 금속재료로 만든 라이너(내측 용기) 전체를 복합재료로 보강하여 제작한 용기로, 외측에 보강된 복합재료에 따라 사용압력이 결정된다. 금속재료 용기에 비해 무게는 가볍지만 큰 직경 용기의 경우 내구성이 높지 않은 단점도 있다. Type4는 비금속재료로 만든 라이너 전체를 복합재료로 보강하여 제작한 용기로, 내측의 라이너보다는 외측에 보강된 복합재료가 모든 압력을 부담한다. 무게가 가장 가볍고 내구성이 우수하며 대형 용기 제작이 용이하다.

200bar 이하의 Type1 용기를 사용하는 기존 산업

Type1	Type2
 <p>금속 재질 라이너</p> <p>탄소섬유 복합재</p>	 <p>금속 재질 라이너</p> <p>유리섬유 복합재</p>
전체 용기가 금속재질 라이너로 구성	금속재질 라이너에 유리섬유 복합재료를 이용해 몸통 부분만 보강한 형태
Type3	Type4
 <p>알루미늄 라이너</p> <p>탄소섬유 복합재</p>	 <p>비금속 재질 라이너</p> <p>탄소섬유 복합재</p>
알루미늄 라이너 전체에 탄소섬유 복합재료를 보강한 형태	플라스틱과 같은 비금속 라이너에 탄소 섬유 복합재료로 용기 전체를 보강한 형태

표 2. 기체 수소 저장용기

용 수소 저장용기(주로 튜브 트레일러가 저장용기를 대체해서 사용함)의 경우 국산화 되었지만 수소가격 절감을 위해서는 대용량 고압용기 튜브 트레일러를 사용하여 1회 운송량의 증대와 경량화가 필요하다. 따라서 튜브 트레일러용과 수소 충전소 저장용 400bar 이상의 Type1, Type2 용기 개발도 진행되고 있다.

수소전기차용 저장용기의 경우, 최대 충전압력이 820bar, 최대 충전량이 6kg로 정해져 있어 수소전기차 보급 증가에 따른 저장용기 제조원가 하락 등이 예상된다. 또한, 수소 수요 증가를 위해 수소 버스 등의 보급을 확대하고 있어 버스·트럭용 대용량 수소 저장용기 개발이 필요하다. 특히 Type4의 경우 제작은 국내 기업에서 하고 있지만, 원재료를 일본으로부터 수입하고 있어 탄소 소재의 국산화가 조속히 필요한 기술 분야이다.

수소를 저온에서 액체 상태로 수소를 저장(대기압 기준 영하 253℃ 유지)하는 방법은 약 71kg/m<sup>3</sup> 밀도를 가지고 되어 기체 수소 부피를 약 1/800로 감소시킬 수 있어 동일 압력에서 기체수소 대비 800배의 체적에너지 밀도를 갖게 된다. 이와 같이 액화된 수소는 대기압에서 저장이 가능하고, 저장용기의 안전성 부

분에서 장점이 있으며, 낮은 온도로 기존 고압 기체수소에 비해 폭발 위험성이 낮아 단위부피, 단위 무게당 에너지 저장밀도가 가장 높고, 활용을 위해 다른 공정이 필요 없이 단순 기화만으로 즉시 활용이 가능하다는 장점을 지닌다.

국내의 경우 대용량 수소액화 플랜트는 전무하며, 국가 전략적 관점에서 상용급 수소액화 플랜트를 포함한 액화수소 기반 인프라는 반드시 확보해야 할 기술이며, 향후 드론, 항공기 연료로의 사용 가능성이 높아 관련 산업의 발전을 위해서도 필수적인 기술 확보가 요구되는 분야이다. 미국의 경우는 1950년대부터 수소 액화 및 저장기술을 꾸준히 개발하였으며 1960년대에 우주개발 프로그램과 맞물려 급격하게 성장하였고 오늘날에는 저장용기 용량이 300,000m<sup>3</sup> 이상, 저장기간이 1,000일 이상인 상용화 시설을 갖추고 있을 정도이다.

고체 저장은 수소를 고체물질의 내부 또는 표면에 낮은 압력에서 저장하고 필요시 저장된 수소를 재방출하는 방법이다. 고체 수소저장기술은 무게당 수소 저장밀도가 낮아 무게가 중요한 요소인 모빌리티에 적용하는 것은 한계가 있어 그동안 기술개발 투

자가 크지는 않았지만, 최근 재생에너지의 확대 및 에너지 그리드의 효율화가 중요해짐에 따라 정치형(Stationary) 대규모 및 장기 에너지 저장에 대한 필요성이 대두되면서 적용성이 인정받기 시작하고 있다.

상용화된 예로는 독일 GfE사가 개발한 상온용 AB2계 수소저장합금 소재가 독일 HDW사의 214급 잠수함 연료전지 보조전원에 수소를 공급하는 수소저장탱크에 적용되어 한국 해군을 포함하여 세계 각국에서 실전 운용 중이며, 독일의 GKN사는 수소저장합금 펠릿을 이용해 수소와 열을 공급할 수 있는 CHP(Combined Heat and Power) 시스템을 개발하였고, 반응열을 활용해 에너지 효율 90%까지 달성 가능한 것으로 보고되었다. 이는 정치형인 독립 주택용 장기에너지 저장 시스템으로 활용이 가능할 것으로 판단되며, 기존 특수한 분야에만 적용된 고체 저장 기술이 점차 산업 전반에 확대 적용되기 시작하고 있다.

## 수소 충전

정부 계획에 의하면 수소 충전소를 2022년 301개소, 2040년 1,200개소까지 확대하는 것으로 발표하였으며, 2019년 말까지는 지역별 수소전기차 및 충전소 보급계획을 고려하여 누적 86기(2018년 기구축 14기+2018년 이월 29기+2019년 신규 43기)의 수소 충전소를 구축 중이다. 그중에서 68기는 5개 권역별(수도권, 중부권, 영남권, 호남권, 강원권) 인근 도시와 연계하는 것으로, 수도권 17기(서울 6, 경기 6, 인천 5), 중부권 12기(충남 4, 충북 5, 대전 3), 영남권 15기(울산 7, 경남 6, 부산 2), 호남권 9기(광주 8, 전북 1), 강원권 5기, 민간 10기이며, 나머지 18기는 차량 통행량이 많은 경부고속도로 등을 따라 교통망 거점 충전소 구축할 계획이다.

표 3에는 현재 운영 중인 수소 충전소 현황을 나타낸 것으로, 17기 충전소 중에서 16개소가 부생가스로부터 수소를 생산하여 튜브 트레일러를 통해 공급받는 Off-site형 충전소이다. 나머지 1개 충전소가 On-site 방식으로 매립가스로부터 추출 방식을 통해 수소를 생산하고 있다. 설치 장소를 보면 단독인 경우

와 복합(LPG 충전소, CONG 충전소, 주유소 등과 복합)인 경우가 있으며, 최근 건설되는 경우에는 복합 충전소가 단독 충전소보다 많은 실정이다. 또한 초기 건설된 충전소의 경우 350bar로 충전하지만, 최근에는 700bar로 충전함을 알 수 있다.

이상과 같이 시도별 수소전기차 보급과 연계하여, 도심지·고속도로 휴게소 등 교통 거점 위치 버스·택시 차고지 등에 수소 충전소 구축이 진행되고 있으며 다만 아직은 자체적으로 수소 충전소 건설과 운영만으로는 경제성 확보가 어려워 충전소 유형별로 설치보조금을 지급하고 있다.

또한 정부는 수소 충전소의 건설 확대를 위한 민간 SPC사인 HyNet(Hydrogen Network, 한국가스공사, 현대자동차, 공급업체, 충전설비업체 등이 참여)을 통해 다수의 충전소 건설을 허용하였으며 민간주도의 시장자율형 충전소를 확대하고, LPG·CNG 충전소를 수소충전이 가능한 융복합 충전소로 전환하여 경제성 제고를 추진 중이다. 이와 같은 계획을 통해 2022년까지 총 누적 310기의 충전소를 구축할 예정으로, 이 중에서 민간 SPC를 통해 100기 구축을 포함하여 5개 권역별 충전소 위주로 150기, 주요 고속도로 및 교통거점에 160기를 건설할 예정이다. 수소 충전소 보급 확대를 위해서 입지 제한 및 이격거리 완화, 운전자 셀프충전 방안 마련 등 규제완화를 추진하고 있으며, 융복합 충전소 및 이동형 충전소 설치 허용, 액화수소 충전소 설치기준 마련, 개발제한구역 내 버스차고지 수소 충전소 설치를 허용하고 있다. 규제가 완화되기 전까지는 산업융합촉진법의 '규제 샌드박스'를 활용하여 도심지, 공공청사 등에 수소 충전소 설치를 추진하고 있으며 조만간 국회 내에도 수소 충전소가 가동될 예정이다.

이처럼 수소 충전소의 확대에 따라 국산화된 수소 충전소 기술 보유 업체의 참여가 필요하다. 아직 해외 선진업체 기술 적용이 대부분이지만 국내 기업의 자체 기술 적용이 시도되고 있으며 압축기, 고압밸브, 저장용기 등 핵심부품과 충전기술 국산화 등을 통해 2030년까지 수소충전소 국산화율 100% 달성할 계획이다.

번호	준공 시기	지역	상호	요금 (₩/kg)	생산방식	공급방식		충전소 종류	충전압력 (bar)	충전능력 (kg/day)	부지면적/기계 실면적(m <sup>2</sup> )
1	2010년 10월	서울	양재수소충전소	무상(협의)	부생수소	튜브 트레일러	단독	Off-Site	700	110	8218/?
2	2011년 5월	서울	상암수소충전소	무상(협의)	매립가스	추출	단독	On-Site	350	65	
3	2012년 11월	울산	매암수소충전소	7,000	부생수소	튜브 트레일러	단독	Off-Site	350/700	520	1500/?
4	2014년 10월	광주	진곡수소충전소	8,200	부생수소	튜브 트레일러	단독	Off-Site	350/700	220	
5	2015년 10월	홍성	내포수소충전소	7,840	부생수소	튜브 트레일러	단독	Off-Site	350/700	270	
6	2017년 3월	창원	창원팔룡 수소충전소	8,000	부생수소	튜브 트레일러	단독	Off-Site	350/700	250	
7	2017년 10월	울산	옥동LPG수소 복합충전소	7,000	부생수소	튜브 트레일러	LPG복합	Off-Site	700	250	
8	2018년 3월	광주	동곡수소충전소	8,200	개질, 부생수소	튜브 트레일러	CONG복합	Off-Site	700	250	
9	2018년 9월	울산	경동수소충전소	7,000	부생수소	튜브 트레일러	LPG복합	Off-Site	700	360	
10	2018년 12월	창원	성주충전소	8,000	부생수소	튜브 트레일러	CONG복합	Off-Site	700	355	
11	2019년 1월	울산	신일충전소	7,000	부생수소	튜브 트레일러	LPG복합	Off-Site	700	360	228/176
12	2019년 4월	안성	안성(부산)충전소	8,800	부생수소	튜브 트레일러	LPG복합	Off-Site	700	250	
13	2019년 4월	안성	안성(서울)충전소	8,800	부생수소	튜브 트레일러	LPG,주유소, 전기복합	Off-Site	700	250	
14	2019년 4월	여주	여주(강릉)휴게소	8,800	부생수소	튜브 트레일러	패키지	Off-Site	700	250	
15	2019년 5월	울산	그린주유소	7,000	부생수소	튜브 트레일러	주유소복합	Off-Site	700	360	
16	2019년 5월	대전	학하수소충전소	8,200	부생수소	튜브 트레일러	단독	Off-Site	700	350	2913/175
17	2019년 5월	부산	서부산NK충전소	8,800	부생수소	튜브 트레일러	단독	Off-Site	700	250	3272/320

표 3. 현재 운영 중인 수소 충전소 현황

## 결론

정부에서는 2022년 수소 충전소 판매가격을 6,000원/kg, 2030년에는 4,000원/kg, 2040년에는 3,000원/kg을 목표로 하고 있다. 이러한 목표를 달성하기 위해서는 생산, 저장 및 운송 그리고 충전까지의 전 과정에 대한 생산비용 절감을 위한 설비·설계 및 운전 능력 축적이 필수적이다. 또한 수소 운송량과 운송 거리, 주변 여건 등을 종합적인 평가를 통해 적절한 저장과 운송 방법이 선택되어야 하며, 향후 대량의 중장거리 수송과 저장을 위한 기술과 수소의 수입을 대비한 단기 및 중장기 기술개발 로드맵 수립이 요청된다.

특히, 액화 또는 액상수소 저장·운송, 고압수소 저

장용기, 고압 배관 운송기술에 대해서는 향후 대량의 수소 공급을 위해서는 반드시 확보하여야 할 기술 분야이다. 수소 저장용기 원재료와 충전소의 핵심 부품 중에 일부는 일본으로부터 수입하고 있는 상황으로, 최근 일본의 우리나라에 대한 수출 규제와 맞물려 수소 산업에도 어느 정도 영향이 있을 것으로 예상된다.

그러나 정부의 핵심 소재 및 부품에 대한 강력한 국산화 의지와 함께 지속적인 기술개발이 추진된다면 세계 수소 산업을 선도할 수 있는 수소 기술 강국으로의 발전이 기대된다. **기술·혁신**



## 수소경제의 필요조건, 수소 모빌리티의 확대



글. 김세훈 상무  
현대자동차(주)

수소 모빌리티는 연료전지 시스템의 가격인하, 수소 인프라의 확충 촉진 등을 통해 수소경제 활성화를 주도하는 요인이 될 것이다. 소재·부품의 국산화, 부품 산업 경쟁력 제고가 추진되고 있어 향후 수소 모빌리티가 빠르게 확산될 전망이다.

### 글로벌 환경규제의 강화와 친환경차 시장의 성장

최근 전 세계적으로 지구온난화에 따른 이상 기후 현상이 속출하는 가운데, 온실가스 규제, 미세먼지 대응 등 기후 대응이 가속화되고 있다. 온실가스 규제가 지금과 같은 속도로 강화될 경우, 2020년대 중반 이후 기존 기술로는 온실가스 규제를 더 이상 충족시킬 수 없게 된다. 즉 기존 탄소 기반 경제에서 재생에너지를 중심으로 한 비탄소로의 에너지 전환이 더 이상 거스를 수 없는 트렌드가 되고 있다.

실제로 미국, 유럽, 중국 등 주요 자동차 시장을 중심으로 자동차 배출가스 규제가 지속해서 강화되고 있다. 미국은 2017년 40mpg(miles per gallon)에서 2025년 56mpg로 40% 연비를 강화할 계획이며, EU는 km당 배출되는 온실가스를 2017년 130g/km에서 2025년 80g/km으로 36% 감축할 것을 예고했다. 자동차 업체가 이러한 규제를 달성하지 못할 경우, 미국에서는 1마일당 140달러, EU는 1g당 95유로의 벌금을 납부해야 한다. 중국은 2017년 100km 주행 시 6.4L로 규제하던 연료소비량을 2025년에는 4.0L로 38% 축소할 계획이며 우리나라도 같은 기간 온실가스 배출량을 140g/km에서 82g/km로 41% 감축할 예정이다.

글로벌 자동차 업체들은 전 세계적인 환경규제 강

화를 오래전부터 심각하게 받아들여 친환경차 개발 경쟁에 몰두하고 있다. 폭스바겐은 디젤게이트 이후 친환경차 전략을 가장 적극적으로 추진하고 있는데, 2026년을 기점으로 가솔린, 디젤 등 내연기관차의 개발을 중단할 것이라고 발표하는 동시에, 2025년까지 약 80종의 친환경차 모델 출시 계획을 밝혔다. 도요타는 2040년 내연기관차 생산 중단을 선언했으며, 2025년까지 모든 차종의 전동화를 추진하고 있다. 메르세데스 벤츠도 2039년 내연기관 생산 중단을 선언하고 2022년까지 25종의 전동화 모델을 생산할 계획이다. 한편 현대자동차(이하 현대차)도 2025년까지 44차종의 친환경차를 출시할 계획을 밝히면서 글로벌 친환경차 경쟁에 발맞춰 나가고 있다.

### 수소 모빌리티의 부상

지난 1월 우리나라 정부는 수소경제 활성화 로드맵을 발표했다. 이 로드맵의 목표와 달성 방안을 보면, 수소 모빌리티의 확산을 수소경제 달성의 가장 중요한 요인으로 바라보는 정부의 시각이 드러난다. 수소 전기차 보급을 골자로 수소 산업 전반에 대한 성장 전략을 다루고 있는 이 로드맵에 따르면, 수소전기차는 2040년 620만 대가 보급되며, 수소충전소는 1,200개

가 구축될 예정이다. 이외에도 기차, 선박, 드론 등 다양한 수소 모빌리티에 대한 지원 계획도 포함되어 있다.

수소 모빌리티란 수소연료전지를 탑재하여 수소를 에너지원으로 사용하는 승용차, 상용차, 기차, 선박, 항공기 등 이동수단을 뜻한다. 수소 모빌리티는 연료전지 시스템의 대량생산을 통한 큰 폭의 가격 하락이 가능해 대중화를 이끌 수 있으며, 발전용, 가정용 등 다른 용도로 확산되는 효과도 기대할 수 있다. 또한, 수소인프라 구축과 수소 수요 확대를 촉진해 결국 수소경제 활성화를 주도하는 요인이 될 것이다.

### 수소에너지의 부상

온실가스를 저감하고자 하는 노력의 일환으로 태양광, 풍력 등 재생에너지 중심으로 '에너지 전환'을 추진하는 국가들이 빠르게 늘어나고 있다. 독일, 노르웨이 등 일부 선진국의 재생에너지 비중은 40%를 넘어서며, 중국, 인도 등 주요 신흥국들도 재생에너지에 대한 투자를 빠르게 늘리고 있다. 그러나 자연의 힘을 활용해야 하는 재생에너지의 특성상 전력생산의 급격한 변동성, 수요와 공급의 불일치, 장거리 송전의 어려움 등 한계 또한 분명히 존재한다.

이에 독일을 중심으로 유럽 국가들은 수소를 활용해 재생에너지의 단점을 보완하기 시작했다. 독일은 재생에너지의 잉여전력을 활용해 수소를 생산하여 대량으로 저장했다가 이를 전력 재생산에 사용하거나 천연가스(CH<sub>4</sub>)로 전환해 운송 및 저장에 이용하고 있다. 일본은 재생에너지 단가가 저렴한 해외에서 수소를 생산하고, 이를 일본 국내로 운송할 예정이다. 이를 위해 수소를 운송하는 선박을 제작하고 있으며 2020년에는 시험 가동에 들어갈 것으로 보인다. 재생 에너지를 수소로 저장하여 활용하는 기술이 상용화 되면 재생에너지로의 에너지 전환 또한 촉진될 전망이다.

이와 같은 재생에너지를 활용한 수소 생산 및 저장, 이용의 확산은 수소 모빌리티의 확산을 촉진하는 요인으로 작용할 전망이다. 수소의 수요 확대는 다시 수

소 산업의 육성으로 이어질 것이기 때문이다.

### 수소 모빌리티 개발 동향 및 전망

수소 모빌리티는 1990년대 초반 미국과 일본 등을 중심으로 본격화되기 시작했다. 주로 학계 및 연구소에서 기초기술 개발이 이루어졌는데, 국내에서는 1990년대 후반에서야 연료전지 기술개발을 검토하기 시작했다. 현대차에서 수소전기차를 본격적으로 개발하기 시작한 것은 2003년으로, 약 10년의 개발 과정을 거쳐 2013년 투싼 수소전기차를 세계 최초로 선보였다. 투싼 수소전기차는 코펜하겐을 시작으로 18개국으로 수출되었으며, 2015년 미국의 10대 엔진상을 수상하는 등 혁혁한 성과를 창출했다. 먼 미래에나 가능할 것으로 생각했던 수소전기차 시대의 충성을 올린 것이다.

현대차는 5년 뒤인 2018년, 후속 모델인 넥쏘를 출시했다. 넥쏘는 투싼 대비 탁월한 성능 개선을 이뤘다. 주행거리는 415km에서 609km로 향상되었으며, 냉시동 한계도 -20℃에서 -30℃로 확대되었고, 시스템 효율도 55%에서 60%로 개선되었다. 무엇보다도 내연기관과 동일한 10년 16만km 보증을 제공함으로써 소비자들의 우려를 종식했는데, 이는 연료전지 및 연료탱크 기술의 대대적인 혁신의 결과물이었다. 특히 수소저장 시스템의 기술혁신으로 인해 수소 저장용량을 확대하는 동시에 탱크의 무게와 크기를 획기적으로 줄여 차량 효율을 개선하였다.

이후 넥쏘의 연료전지 시스템을 기반으로 대형 버스, 중대형 트럭 등으로 수소전기차의 차종이 크게 확대될 예정이다. 그 시작으로 올해 7개 도시에 35대의 수소 시내버스와 2대의 경찰수송 버스가 보급될 예정이다. 수소 시내버스는 내년부터 본격 양산에 들어가 2022년까지 약 2,000대가 보급될 예정이며, 대형트럭은 개발을 거쳐 2023년까지 스위스에 총 1,600대가 수출될 예정이다. 이외에도 기차, 선박 등 비차량 모빌리티 분야에서도 해당 전문 업체들과 적용 가능성을 검토하고 있어, 차세대 연료전지 시스템 개발 후 수소 모빌리티의 빠른 확산이 기대된다.

## 수소 모빌리티의 소재·부품산업 경쟁력

수소 모빌리티는 크게 전기를 발생시키는 연료전지와 수소를 싣는 수소탱크, 그리고 모터 등 전기를 동력원으로 전환하는 장치로 구성된다. 수소탱크에 탑재된 수소연료가 연료전지로 공급되면 연료전지 안에서 전기를 발생시키고 산소와 만나 물로 바뀌어 배출된다. 이러한 수소연료를 탑재하고 화학 반응이 작동될 수 있도록 다양한 신소재들이 사용되고 있다.

주요 신소재로 수소 탱크에 사용되는 탄소섬유와 연료전지에 사용되는 백금, 고분자 전해질막, 분리판과 같은 금속 소재 등이 있다. 백금의 경우 지속해서 사용량을 감소하면서 대체 신소재에 관한 연구가 지속해서 이루어지고 있다. 고분자 전해질막은 해외로부터 전량 수입해 왔으나 최근 국산화를 추진하면서 가시적으로 성과가 나오고 있어 향후 국산 소재로의 대체가 이루어질 전망이다. 이와 같이 부품의 설계 개선과 소재·부품의 국산화가 추진되면서 현재 연료전지의 소재·부품 국산화율은 99%에 이르며, 100% 달성을 목표로 기술 개발이 추진되고 있다.

이러한 높은 부품 국산화를 달성에는 부품 협력사들의 부단한 투자와 노고가 있었으며, 그 결과 세계 최고 수준의 수소전기차 넥쏘를 99% 국산 부품으로 출시할 수 있었다. 현재 부품 협력사에 대한 해외 선진업체들의 납품 요청이 잇따를 정도로 수소 모빌리티 부품의 우수성을 세계에 과시하고 있는데, 향후 대량생산을 통해 비용경쟁력을 갖추고 경량화, 고내구화를 달성할 경우 타 부품 업체들과의 경쟁력 격차가 더욱 확대될 전망이다.

## 수소 모빌리티 확산의 당면과제와 해결 방안

현대차는 지난해 12월 '수소비전 2030'을 발표하면서 자동차뿐만 아니라 수소경제를 선도하는 퍼스트 무버가 될 것을 선언했다. 2025년 13만 대, 2030년 50만 대의 수소전기차 생산체제를 구축할 것이며, 이를 뒷받침하는 2025년까지 2.9조 원, 2030년까지 7.6조 원의 투자 계획도 발표했다.

차량용 연료전지 외에도 지게차, 철도·트램, 선박,

발전기 등 연료전지의 적용 산업 범위를 확대해 수소 사업의 다각화를 추진할 예정이며, 이를 위해 각 애플리케이션에 적합한 연료전지를 개발해 판매하는 체제도 구축하고 있다. 이외에도 수소의 생산, 저장, 운송, 공급 등 밸류체인 전반에 걸친 투자가 추진될 예정으로, 수소전기차 보급에 필수적인 수소충전소 구축을 위한 투자가 중심이 될 것이다.

넥쏘가 보여준 높은 기술 성취에도 불구하고 가격 하락, 내구성의 확보, 대량생산 체제의 구축은 여전히 남겨진 숙제다. 수소전기차의 가격이 빠르게 하락하고 있지만 정부 보조금이 없다면 내연기관차와의 가격 경쟁은 역부족이다. 또한 승용차용 연료전지의 내구성으로는 버스, 트럭 등 상용차나 기차, 선박 등 고내구를 필요로 하는 다른 모빌리티에 적용하기 어렵다. 대량생산 체제의 구축과 대량 수요의 창출도 이루어져야 한다. 결국 원가를 낮추고 내구성을 높인 수소전기차를 개발하여 대중적인 수소 모빌리티 시장을 창출하는 것이 최대 과제라 할 수 있다. 당면과제 해결을 위해 부품 협력사와의 상생 협력을 유지, 발전시키고, 다양한 모빌리티 시장 고객과 제휴를 확대해야 한다.

또한 수소 모빌리티의 확산을 위해서는 정부의 초기 보급 지원, 인프라의 신속한 확충, 신기술에 대한 사회적 수용 등 여러 조건도 충족되어야 한다. 자동차 업계-정부-시민사회-소비자 등 이해관계자들 사이에 온실가스와 미세먼지 감축, 에너지 전환 촉진을 위해 수소경제로의 이행이 필수적이라는 데 대한 공감대가 필수적이다. 이를 바탕으로 수소의 안전에 대한 사회적 인식 제고와 인프라 관련 기업들의 투자가 이루어져야 한다. **기술혁신**

04 H<sub>2</sub> O<sub>2</sub>

# 수소경제 시대의 발전용 연료전지 역할 및 현황



글. 임희천 기술 부회장, 소장  
수소산업협회, (주)수소지식 그룹 컨설팅 Lab.

수소경제 시대의 연료전지는 현재의 분산형 발전형태로부터 전력 안정성 확보를 위한 전력에너지저장장치로도 활용될 것으로 예상된다. 또한 미래 수소경제 시대에서는 전력, 가스, 열망이 통합된 에너지 통합망의 핵심적인 역할을 수행할 것으로 예상된다.

## 수소경제와 전력

전기는 현대의 문명을 유지시켜주는 가장 중요한 에너지원이다. 수소경제의 핵심은 재생에너지원에서 출발하고, 재생에너지 중심의 에너지 시스템에서 수소는 에너지 캐리어로서 재생에너지와 전력을 연계시켜주는 역할을 한다. 수소에너지의 변환 과정과 타 에너지와의 연계를 그림 1에서 보여주고 있다.

그림 1에서 보는 바와 같이 수소에너지 시스템에서 수소는 연료전지와 수전해 장치를 통하여 전기에너지로 전환할 수 있다. 또한, 생산된 수소는 가스나 액체로 만들어 쉽게 수송할 수 있고 다양한 형태로 저장할 수 있다. 수소는 열 및 동력으로 활용될 수 있으며,

운반 시에도 전기에너지 형태보다도 손실을 10분의 1 정도로 줄일 수 있는 것으로 알려져 있다. 즉, 수소는 에너지원뿐만 아니라 저장·수송 매체로도 활용할 수 있기 때문에 우리는 수소를 에너지 매체(Energy Carrier)라고도 부르고 있다.

수소에너지 시스템 내에서 연료전지는 전기에너지 공급 방안뿐 아니라 잉여전력 저장 방안으로 활용될 수 있다. 이 경우 연료전지 발전은 수소를 중심으로 하는 시스템 내에서 가정 및 공장에 수소를 공급하는 수송용 가스망 그리고 열 배관과 함께 전력망을 구성하여 열, 전기, 가스가 통합되어 운용되는 통합 에너지 시스템을 구성할 수 있다. 이와 같이 수소 관련 기술 수전해, 연료전지, 수소 전력저장을 활용하여 열, 전기, 가스망을 통합하여 에너지 시스템을 구축하게 되면, 기존 화석연료 기반 에너지 시스템을 친환경 지속가능한 에너지 시스템으로 전환하는 중요한 수단으로 활용할 수 있다.

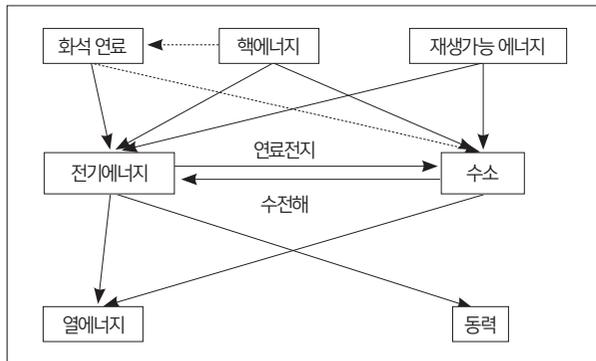


그림 1. 수소에너지 변환 및 타 에너지와의 연계성

## 연료전지 발전 기술 개요

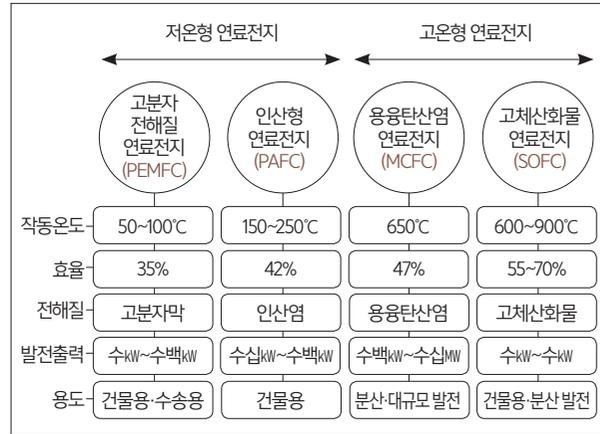
연료전지는 연료가 가지고 있는 화학에너지(수소)를 공기 중의 산소와 전기화학적인 방법으로 결합하여 물과 전기 그리고 열을 생산하는 직접 발전 방식이

다. 직접발전 방식이기 때문에 에너지 변환효율이 높고, 연소과정이 없어 오염물질 발생이나 소음, 진동 등 공해요인도 적다. 연료전지는 발전 시 나오는 고온 증기를 발전에 이용하여 더욱 높은 효율을 얻을 수 있는 장점도 있다. 발전용 연료전지는 도심에 위치하는 분산전원에서 대규모 전원으로도 활용이 가능하기 때문에 연료전지 발전은 환경을 중시하는 미래 수소에너지 사회에서 저공해, 고효율을 갖는 가장 새로운 발전 방식으로 제시되고 있다.

발전용 연료전지 시스템은 기본적으로 전기를 생산하는 연료전지 본체(Fuel Cell Power Section: Stack), 연료인 천연가스, 메탄올, 석탄, 석유 등을 수소가 많은 연료로 변환시키는 연료처리계(Fuel Processor), 발전된 직류 전기를 교류 전기로 변환시키는 전력 변환장치(Power Conditioner)로 구성된다. 그 외에 이들 시스템을 제어하고 생산된 고온의 물을 이용하여 전기를 생산하는 배열이용 시스템(Heat Recovery System)이 있다.

연료전지에서 전기를 생산하는 가장 기본적인 요소는 단위전지(Unit Cell)이다. 단위전지는 전극(Anode, Cathode), 전해질(Electrolyte) 및 분리판(Separator) 등의 구성요소로 이루어져 있고 이들이 유기적으로 반응에 관여하여 발전이 이루어지게 된다. 단위전지에서 전류를 인출하는 경우 낮은 전압을 갖게 되는데, 우리가 원하는 출력을 얻기 위하여 단위 전지들을 여러 장 쌓아올려 전압을 상승시켜 전기를 인출하게 된다. 이를 연료전지 본체, 즉 스택이라고 한다.

일반적으로 발전용 연료전지는 저온 연료전지인 PEMFC(Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell), 인산형 연료전지(PAFC, Phosphoric Acid Fuel Cell) 등이 있다. 고온 연료전지는 용융탄산염 연료전지(MCFC, Molten Carbonate Fuel Cell), 고체 산화물 연료전지(SOFC, Solid Oxide Fuel Cell) 등이 있다. 분산 및 발전용으로는 PAFC, MCFC, SOFC 등이 사용되며, PEMFC는 소규모 가정용과 건물용 수송용 연료전지로 사용되고 있다. **그림 2**에서 연료전지 종류와 특징을 보여주고 있다.



**그림 2.** 연료전지 종류와 특징

### 연료전지의 활용

발전용 연료전지는 전력수요 증가, 환경 문제 등의 전력공급 제약 요인 및 전기를 필요로 하는 수요처에서 요구되는 에너지 패턴 등에 따라 화력발전 대체용, 분산형 전원 그리고 가정용 전원 등으로 구분하여 운용되고 있다.

현재 전력 생산에 있어서 가장 큰 제약조건은 지구 온난화 문제로 CO<sub>2</sub> 발생을 억제하는 것이다. 연료전지는 수소를 바로 공급한다면 CO<sub>2</sub> 생산이 없고, 천연가스를 개질하여 사용하더라도 고효율 발전방식이기 때문에 기존 화력발전을 대체할 수 있는 유일한 발전방식이 된다. 연료전지의 CO<sub>2</sub> 배출량은 천연가스 연료를 사용하는 화력발전 방식에 비교하여도 20~30% 정도를 줄일 수 있다.

연료전지는 기존 화력발전소보다 건설 기간이 짧고, 급격한 전력 수요에도 빨리 대응할 수 있다. 아울러 소규모 열병합 연료전지 발전방식에서는 열과 전기를 필요로 하는 수요자 요구에 직접 대응할 수 있으며, 송배전 설비 사용을 줄여 전력 사용 비용을 줄일 수 있다. 이는 열 및 전기를 필요로 하는 일정 수요지 근처에서는 수백kW에서 수천kW 정도가 되는 연료전지를 설치하여 열과 전기를 동시 공급하는 분산형 전원(Distributed type)으로 활용이 가능하다. 가정은 열과 전기를 동시에 생산 소비 할 수 있는 가장 좋은 장소이다. 파이프를 공급되는 도시가스를 이용 배기가

스가 작고 소음이 없는 현지 설치 소형 연료전지 발전 시스템을 이용 열과 전기를 생산하여 사용할 수 있다.

### 연료전지 보급 및 보급 정책

전 세계 연료전지 보급 현황을 살펴보면 아시아 지역의 연료전지 보급이 크게 두드러지고 있다. 특히 일본, 한국 등에서는 백업전원, 마이크로 열병합 발전(m-CHP), 그리고 발전용 연료전지 활용을 위해 적극적으로 도입하고 있다. 한국은 대규모 발전용 연료전지 시스템이 중심이지만 국가별 정책에 따라 도입량 및 도입형태가 다르다. 연료전지 보급은 국내에서는 RPS(Renewable Energy Portfolio Standard) 정책, 일본은 ENEFARM(프로젝트명으로 Energy + Farm의 합성어)등의 정부지원에 크게 의존하여 증가하고 있다. 북미지역에서도 발전용 및 하역기계용 연료전지의 보급이 증가하고 있는데, 역시 미국의 SGIP(Self Generation Incentive Policy) 정책에 기인하고 있다. 종류별로는 자동차 가정용 연료전지인 PEMFC이 주

를 이루고 있으나, 미국, 한국 등은 발전용 연료전지로 MCFC, PAFC가, 일본은 PEMFC 미국은 분산전원 수요에 따라 SOFC 보급이 많이 증가하고 있다. 2017년 말 기준으로 발전용 연료전지의 보급은 약 1,000MW 정도이고, 국내 보급은 2018년 기준 약 360MW 정도가 보급 운용되고 있다(그림 3).

### 수소 시대 연료전지 활용

향후 에너지 시스템으로서 전기는 재생에너지원으로부터 얻어지겠지만 재생에너지 간헐성에 따른 전력의 불안정성을 해결하는 방안이 필요하다. 수소는 연료전지를 통하여 전기에너지로 변환 가능하므로 태양광, 풍력과 같은 재생에너지에서 생산된 수소를 저장하였다가 필요한 경우 연료전지로 발전하여 계통에 공급하게 되면 전력에너지저장장치로 활용될 수 있다. 수소에너지 시대가 되면 재생에너지에서 생산되는 잉여전력을 수전해를 통해 수소로 전환하여 저장하고 필요하게 되는 경우 다시 연료전지를 통해 수요지에 전

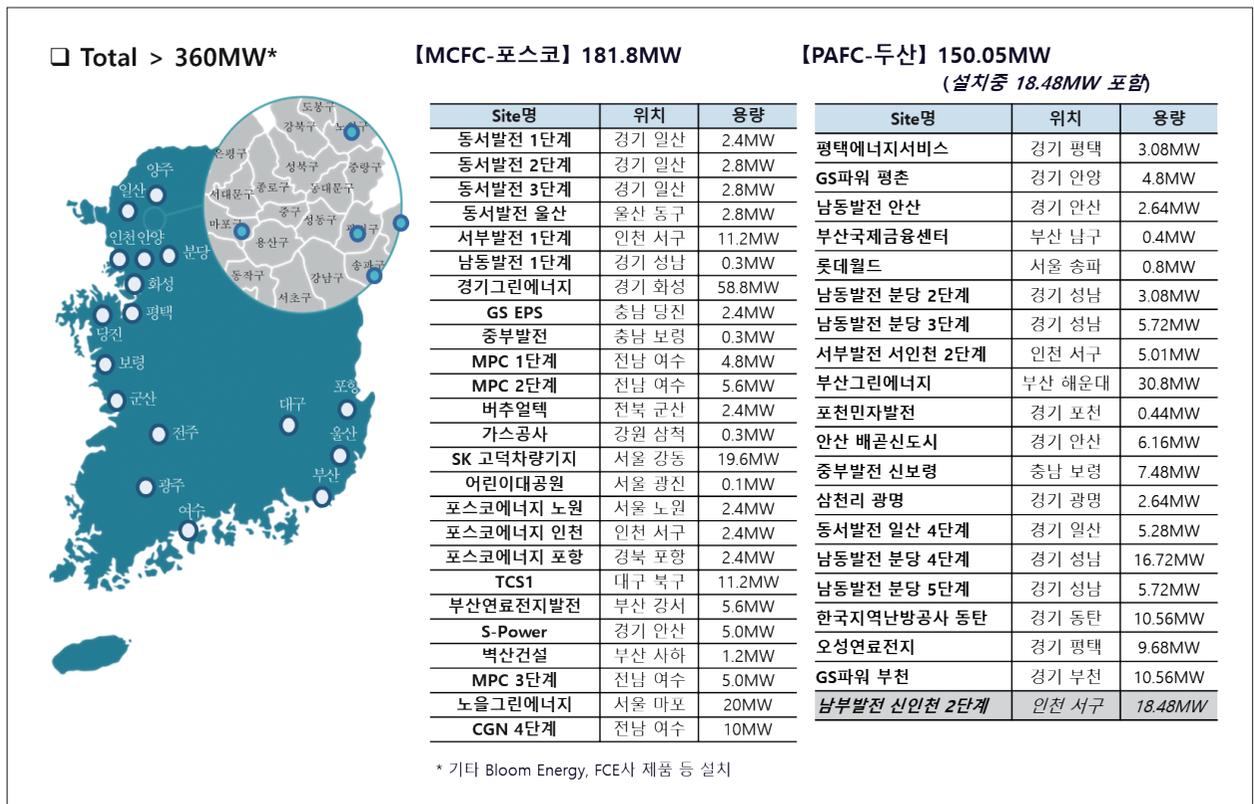


그림 3. 국내 발전용 연료전지 보급 현황

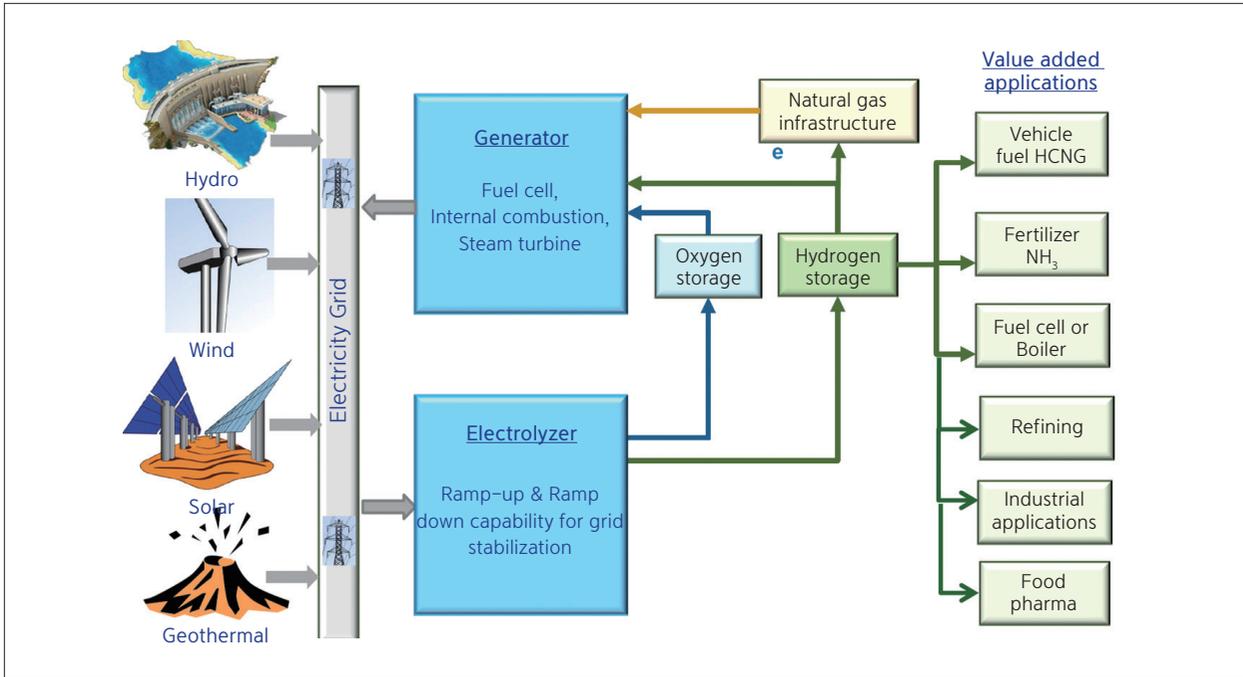


그림 4. 재생에너지와 수소, 연료전지의 관계

력, 열 및 수소자동차용 연료로 공급하게 된다(그림 4).

이외에도 저장된 수소는 단거리, 장거리 파이프망을 통하여 지역에 공급되어 같은 방법으로 활용되고, 전력망에서는 수전해 수소저장 및 연료전지와 연결된 수소전력저장 시스템이 송전, 배전망과 연계되어 계통안정을 도모할 수 있다.

이외에도, 분산전원을 기반으로 하는 연료전지발전은 수소전기차 충전 인프라 연계, 태양광+연료전지, 연료전지+ORC, 연료전지+전통에너지 등 여러 형태의 발전원간 기술의 융복합 모델을 구축할 수 있을 것으로 예상된다.

**맺음말**

수소에너지를 중심으로 하는 친환경 에너지 시스템은 정보 IoT 등과 결합하여 새로운 에너지 신산업을 창조해 낼 수 있을 것이다. 에너지 변화가 곧 산업의 변화를 이끌어 왔고, 이는 수소에너지 시대가 연료전지, 수전해, 수소저장과 같은 새로운 핵심기술 개발과 연계되어 에너지, 환경, 전력, 발전, 수송 및 화학공정 분야에서 새로운 산업을 형성하게 될 것이다. 수소사

회 실현은 수소 연료전지의 산업화와 함께 시작될 것이고 이는 수소 연료전지라는 기술이 일상의 생활 패턴으로 자리 잡을 수 있는 사회에서 가능하게 될 것이다. 다시 말해 수소 연료전지발전 기술과 이것을 지원하는 모든 시스템이 활성화되어 있는 사회, 수소 연료전지 인프라가 확실히 구성된 사회가 구성된다면 실현이 가능하다. 이러한 면에서 수소로드맵상의 두 개의 주요 산업인 수소자동차 역시 수소 인프라와 연료전지 보급이 잘 이루어지는 상태에서 실현이 가능할 것이다. 2040년 수소경제 사회의 선도국이 되어 수소 연료전지의 산업화가 이루어질 수 있기를 기대한다.

기술·혁신



## 수소 정책과 로드맵



글. 이승원 사무관  
산업통상자원부 신에너지산업과

수소경제는 세계적으로 초기단계로서 누구도 가보지 않은 새로운 길이기 때문에 누가 선점하느냐가 중요하다. 우리나라는 물적 인프라가 잘 갖추어져 있어 수소경제를 선도하기 위한 가능성이 충분하다. 이 글에서는 우리나라 수소경제의 잠재력과 수소경제 활성화를 위한 정부의 추진전략에 대해 살펴본다.

### 우리나라 수소경제의 잠재력과 한계

수소경제는 세계적으로 초기단계로서 누구도 가보지 않은 '새로운 길'이기 때문에 누가 선점하느냐가 중요하다. 세계 각국의 경쟁이 치열해지고 있지만, 우리나라는 수소경제를 위한 물적 인프라가 잘 갖추어져 있어 수소경제를 선도하기 위한 잠재력과 가능성이 충분하다.

먼저 수소 활용 분야에서 세계적인 수준의 기술력이 확보되어 있다. 수소전기차의 경우 2013년 세계 최초 양산에 성공하였고, 2018년에는 세계 최장 주행 거리를 자랑하는 일반 보급형 모델을 출시하는 등 글로벌 경쟁력을 보유하고 있다. 연료전지 부문에서도 원천기술을 보유한 국내외 기업과의 제휴 및 M&A 등을 통해 최고 수준의 기술력을 가지고 있다.

또한 수소 공급에 필요한 석유화학·플랜트 산업 기반과 경험이 풍부하다. 대규모 석유화학단지(울산·여수·대산)를 중심으로 수소 파이프라인과 고순도 수소생산 기술이 확보되어 있으며, 이미 연간 약 164만 톤 정도의 수소가 생산, 유통, 활용되고 있다. 따라서 충분한 수소의 수요와 경제성을 확보하는 경우, 설비증설, 공정전환 등을 통해 대규모의 부생수소 공급이 가능하다.

게다가 LNG 공급망이 발달하여, 이를 활용하면 전국 단위의 수소 공급이 가능하다. 전국 LNG 공급망에 추출기를 설치하여 추가적인 인프라 투자 없이도 쉽게 안정적이면서도 경제적인 수소의 생산 및 공급체계의 구축이 가능하다.

그러나 이처럼 성숙한 여건에도 불구하고 수소경제의 활성화를 위해서는 해결해야 할 문제들이 존재한다. 먼저 수소차와 연료전지의 경우 기술력이 최고 수준임에도 시장규모가 아직 활성화되지 못하였다. 수소차는 높은 가격과 충전 인프라의 부족, 연료전지는 설치비 부담과 높은 연료비 등으로 인해 시장이 확대되지 못한 상황이다. 이를 타개하기 위해 적극적인 수요 창출과 보급 확대를 통해 경제성 확보와 자생적 확산의 동력 창출이 요구된다.

또한 수소 활용 분야에 비해 생산 및 저장·운송 분야의 기술경쟁력이 부족하다. 생산에 있어 부생수소 외에 천연가스 추출수소 및 수전해 등에 대한 핵심 원천기술과 상용화 실증이 부족하고, 저장·운송에 있어 장거리·대용량 운송에 필요한 액화·액상 기술이 아직은 개발 단계에 머물러 있다. 기술경쟁력 향상을 위한 적극적인 투자 및 지원과 전략 마련이 필요하다.

정책적 측면에서도 수소차·충전소, 연료전지 개발

및 보급 등 단편적인 지원은 있으나, 종합적인 수소경제 활성화 전략과 법적 지원 기반이 부족한 것이 사실이다.

결국 이러한 시대적 요구를 반영하여 구체화한 것이 바로 「수소경제 활성화 로드맵」이다.

### 수소경제 활성화 비전과 추진전략

지난 1월 정부가 발표한 「수소경제 활성화 로드맵」의 비전은 '세계 최고 수준의 수소경제 선도국가로 도약하는 것이다. 이와 함께 '수소차·연료전지 세계 시장 점유율 1위 달성'이라는 목표를 함께 제시하며 수소 활용 산업의 시장 창출과 육성에 우선적인 방점을 찍었다.

물론 수소를 활용하는 분야는 수소차나 연료전지 외에도 선박, 열차, 드론 등 광범위하다. 그러나 현 시점에서 정부 지원을 통해 즉각적인 시장 창출이 가능하고, 점진적으로 우선 육성하고, 점차 선박, 열차 등 기타 활용 산업으로 지원 범위를 확대할 계획이다.

먼저 수소차 시장 창출을 위해 수소차 생산능력 확충 및 보급 확대와 수소택시·버스 등으로 대중교통 전환, 공공부문 수소트럭 활용 등이 구체적인 방안으로 시행될 예정이다. 이를 통해 올해 7월 기준으로 국내 약 2,700대인 수소차 시장의 규모를 2022년 6.7만 대, 2040년 290만 대 이상의 규모로 확대할 것이다.

또한 수소차 시장의 확대는 수소 충전 인프라 구축이 필수적이므로, 올해 7월 기준 총 27개소로 운영 중인 수소 충전소를 2022년 310개소, 2040년에는 1,200개소까지 확대 보급할 예정이다. 이를 위해 정부는 경제적이고 안전하며 이용이 편리한 수소 충전소 네트워크 구축을 목표로 '수소 충전소 구축 방안'을 마련 중이다. 수소차 보급 초기에는 정부가 일정 부분의 지원금을 통해 충전 인프라 구축을 이끌어가고, 수소차 보급 확대와 충전소 경제성 향상에 따라 점차 정부에서 민간으로 주도권을 이양할 계획이다.

다음으로 발전용 연료전지는 규모의 경제 달성을 통한 글로벌 경쟁력 강화를 지원할 예정이다. 전용

LNG요금제를 신설하고 일정기간 연료전지 REC를 유지하여 발전용 연료전지의 경제성을 확보할 것이다. 또한 연료전지의 핵심부품에 대한 기술개발을 추진하여 장기적으로 국산화율 100%를 달성하고자 한다. 이를 바탕으로 설치 규모를 현재 약 360MW에서 2022년 1GW, 2040년 8GW 이상으로 확대할 계획이다.

가정·건물용 연료전지는 분산 전원으로서의 장점을 가지고 있으므로, 이를 활용하여 설치 확대를 추진한다. 정부 보급사업 예산의 단계적 확대, 전력계통 부담 완화에 따른 전기요금 특례제도의 연장 검토, 공공기관 신축건물의 연료전지 의무화 등 분산 전원의 장점을 활용할 수 있는 지원 제도를 설계할 예정이다. 이를 통해 2022년에는 50MW, 2040년에는 2.1GW까지 보급을 확대하려고 한다.

이렇게 수소의 활용 산업을 육성한다면, 파생수요로서 수소 자체에 대한 수요도 증가할 것이다. 현재 수소 활용 산업에서 창출되는 수소의 수요는 연간 13만 톤 정도이나, 2022년, 2030년, 2040년에는 각각 연간 47만 톤, 194만 톤, 526만 톤까지 확대될 것으로 전망된다.

이때 공급되는 수소는 석유화학 공정 등의 부산물인 부생수소와 천연가스로부터 추출하는 추출수소, 그리고 재생에너지의 잉여전력으로 물을 분해하여 생성되는 수전해 그린수소 세 가지로 나눌 수 있다. 현재 수소차에는 부생수소가, 연료전지에는 주로 추출수소가 공급되고 있다. 수소의 수요가 충분하지 않은 초기에는 천연가스 추출수소를 핵심 공급원으로 삼아 한국가스공사의 정압관리소나 수요처 인근 도심지 등에 수소 생산기지를 구축해 나갈 예정이다.

그러나 향후에는 지속적인 기술개발을 통해 재생에너지의 잉여전력을 활용한 친환경 CO<sub>2</sub> Free 그린수소의 생산을 확대할 계획이다. 이를 위해 2022년까지 대규모 재생에너지 연계 수전해(P2G) 연구개발 및 실증이 추진될 것이며, 해상풍력, 태양광 등의 대규모 재생에너지 발전단지와 연계한 수소 생산도 추진할 예정이다.

이처럼 수소 활용 산업 육성은 수소의 생산을 확대

하고, 그 과정에서 자연스럽게 저장 및 운송 부문의 성장을 유도하게 된다. 이에 대비해서 수소의 경제성 있고 안정적인 유통체계 구축이 필요하다. 기체, 액화, 액상 등 다양한 저장 방식에 대한 기술개발과 관련 규제 완화를 추진함으로써 수소의 저장 방식을 다양화·고도화하며, 수소 파이프라인의 전국적 확대와 고압기체수소 저장·운반을 위한 용기 개발, 액상·액화수소 운반을 할 수 있는 탱크로리 개발 등을 통해 수소 운송 방식의 효율화도 함께 추진한다.

결국 이러한 저장 및 운송 부문의 성장은 다시 수소 활용 산업의 효율화로 이어져 해당 부문의 성장을 촉진하는 선순환 구조가 형성되게 된다. 그리고 이러한 시장창출과 성장은 시장에서 요구되는 기술개발을 촉진하여, 시장유도형 혁신체제를 구축하게 된다는 것이 이번 수소경제 활성화 로드맵의 기본적 구조이다.

이처럼 시장유도형 혁신체제 구축을 위해 수소의 생산, 저장·운송, 활용 등 전 주기 상의 중장기 기술개발을 지원할 「수소 기술개발 로드맵」도 마련 중이며 연내 발표할 예정이다. 이를 통해 수소차·연료전지 부문은 핵심기술을 국산화하여 글로벌 초격차를 유지하고, 선진국에 비해 아직 미흡한 기술 수준을 가지고 있는 생산, 저장·운송 부문의 기술 경쟁력을 높일 수 있는 전략이 수립될 것이다.

또한 수소경제 사회를 앞당기기 위해 특별히 필요한 것은 법과 제도적 뒷받침이다. 따라서 연말까지 수소경제 활성화와 안전성을 확보할 수 있는 법의 제정을 지원할 계획이다. 기존의 고압법, 산업안전보건법 등으로 관리되지 않는 저압 수소 설비를 체계적으로 관리하기 위한 제도적 시스템의 법적 기반 확보에 힘 쓸 예정이다.

## 마무리

사실 수소경제 활성화 로드맵 수립은 이번이 처음은 아니다. 2005년 당시 정부는 “친환경 수소경제 구현을 위한 마스터 플랜”을 수립한 바 있다. 다만, 2019년 발표된 로드맵은 다음 세 가지 점에서 2005년 마스터 플랜과는 차이가 있다.

우선 중점이 다르다. 2005년 당시에는 수소 활용 제품(수소차, 연료전지 등)이 아직 기술개발 단계로서, 기술개발을 위한 정부 지원 전략이 중점이었다. 반면 이번 로드맵은 수소 활용 제품이 이미 상용화 단계에 진입하여 시장 창출 및 육성을 위한 전략 마련이 필요한 시점에 수립되었으며, 이를 위한 정부 정책방향에 방점이 찍혀 있다.

또한 범위도 다르다. 2005년 마스터 플랜은 수소경제의 범위를 수소차와 연료전지로 한정하였지만, 이번 로드맵에는 현재 개발 중인 수소 선박, 열차, 드론 등 수소 활용의 신기술 영역까지 확대 포함하였다.

이보다 가장 중요한 차이는 정책 환경의 변화이다. 사실 2005년 무렵에는 화석연료 중심의 에너지수급 구조를 탈피할 뚜렷한 에너지 전환 정책이 마련되지 않은 상태였다. 이로 인해 당시 마스터 플랜은 에너지 정책 기조와는 별도로 수립된 일종의 신산업 육성 전략의 하나에 불과하였다. 그러나 2017년부터 화석연료 중심에서 신재생에너지로의 전환이라는 명확한 에너지 정책 기조가 수립되었으며, 이는 수소경제 활성화의 밑바탕이 마련된 것으로 볼 수 있다. 더욱이 로드맵은 지난 6월 확정된 제3차 에너지기본계획에 반영되었고, 수립 중인 제9차 전력수급계획에도 반영될 예정이다. 마스터 플랜에 비해 정책적 정합성이 높고 실효성이 한층 강화되어, 성공 가능성도 높아진 것으로 볼 수 있다.

다만 최근 강릉 과학단지 사고, 노르웨이 수소 충전소 화재 등 일련의 잇따른 수소 관련 사고들로 수소에 대한 국민들의 우려가 커지고 있다. 글로벌 수소경제를 선도하기 위해서는 국민의 관심과 지지가 필요하고, 이에 따라 정부는 안전한 수소경제의 이행을 위해 끊임없이 노력 중이다. 관련 규정의 개정을 통해 수소 관련 연구개발(R&D) 과제에 대한 안전 관리를 대폭 강화하고, 저압 수소 안전관리에 대한 법적 근거를 마련하는 등 국민의 우려를 불식시키기 위해 최선을 다하고 있다. 이를 통해 수소의 안전성에 대한 국민의 신뢰를 회복하고, 안전성을 기반으로 한 수소경제 활성화 이행 정책을 지속해서 추진할 것이다. **기술혁신**



# 수소의 안전과 표준



글. 강승규 책임연구원  
한국가스안전공사

한국의 수소 산업은 초기단계로 본격적인 산업생태계를 갖추지 못하고 있어 수소 산업 활성화를 위한 생태계 조성과 수소에 대한 안전성 확보가 요구되고 있다. 이 글에서는 수소연료의 특징에 대해 알아보고, 수소에 관한 안전관리 현황과 수소의 안전성 확보를 위한 안전기준 고도화 및 표준화 추진대책을 살펴본다.

## 수소연료의 특성

수소는 원자번호 1의 원소로 통상 원자가 두 개 연결된 수소 분자(H<sub>2</sub>)의 형태를 취한다. 무색, 무취로 지구상에서 가장 가벼운 기체이며 수소 분자의 상태로 존재하는 일은 거의 없는데 물 등과 같이 다른 원소와의 화합물로 지구상에 대량 존재한다. 최근 관심이 높아지고 있는 수소는 일반인에게 친숙하지는 않지만 공업 원료로 산업에 오래전부터 이용되고 있다. 수소와 유사한 에너지로서 현재 우리 생활에서 밀접하게 사용되고 있는 휘발유, 메탄(도시가스의 주성분), 프로판(LPG의 주성분) 등과의 물리적 성질 비교를 표 1에 나타냈다.

수소는 공기 중에서 다른 연료에 비해 확산이 월등

히 빠르고 착화 온도가 높아 자연 발화되기 어려우며 열 방사율이 낮아 불길이 옮겨 붙기 어렵다는 특징이 있다. 이런 특징은 수소가스가 타 연료에 비해 안전상 유리한 점이라 할 수 있다. 반면에 금속재료를 취화시켜 쉽게 부서지게 한다든지 연소범위가 넓고 점화에 너지가 낮아 쉽게 화재를 일으킬 수 있고, 연소속도가 매우 빨라서 폭발 발생 시 폭발압이 크게 발생하며 에너지 밀도를 높이기 위해 고압을 사용한다는 점은 수소의 위험성을 높이는 요소이다. 이상의 연료에 대한 물리적 특성을 보았을 때 어떤 연료가 더 위험하고 안전한가의 논쟁은 무의미하다. 모든 연료는 기본적으로 위험성을 내재하고 있고, 수소도 휘발유와 천연가스 등과 마찬가지로 그 성질, 특징을 반영하여 안전하

구분	수소	메탄	프로판	휘발유	수소 특성
확산계수(cm <sup>2</sup> /s) (1atm, 20℃)	0.61	0.16	0.12	0.05 (가스상태)	확산되기 쉽다
재료 취화 현상	유	무	무	무	금속을 쉽게 부서지게 한다
최소점화에너지(mJ)	0.02	0.29	0.26	0.24	점화되기 쉽다
연소범위(vol%)	4.1~75	5.3~15	2.1~10	1.0~7.8	연소가능 농도범위가 넓다
열방사(복사율 ε)	0.04~0.25	0.15~0.35	휘발유 수준	0.3~0.4	열이 잘 옮겨붙지 않는다
최대연소속도(cm/s)	346	43.0	47.2	42.0	폭풍압이 크고 제트화염이 잘 보존된다
연소열(MJ/Nm <sup>3</sup> )	10.77	35.9	93.6	-	열량을 확보하는 데 고압을 요한다

표 1. 연료의 물리적 특성 비교

게 제대로 사용하는 기술과 사회 제도를 확립한다면 안전한 연료이다.

### 수소 안전관리 현황

현재 국내에서 수소에 적용되는 법률은 ‘고압가스 안전관리법’이 중심적인 역할을 한다. 고압가스안전관리법은 고압가스로 인한 피해를 방지하기 위해 규정된 법률로 고압가스의 제조, 수입, 저장, 판매, 이동, 소비, 폐기에 이르기까지의 라이프 사이클 전반에 걸쳐 고압가스의 취급 및 사용을 규정하여 공공의 안전을 확보하는 것이 목적이다.

고압가스안전관리법에서는 고압가스를 제조, 저장, 소비, 이동하는 자가 취급하는 고압가스의 종류, 공급하는 설비의 제조 능력, 고압가스의 저장량 등에 따라 안전상 강구해야 하는 조치가 규정되어 있다. 또한 업무 실시에 있어서는 그 내용에 따라 사업소별로 자치단체장으로부터의 허가가 필요하다. 또한, 제조, 저장, 판매 등의 각각 단계에서 안전상의 규제로 법령 등에 따라 규정된 기술상의 기준에 적합한지 재해 발

생 방지와 보안 활동과 관련된 규정의 정비, 직원들에 대한 안전 교육, 안전 검사 실시, 안전관리책임자 선임 등이 규정되어 있다. 수소의 안전에 관해서는 고압가스안전관리법 이외에도 다양한 법률에 따라 규제가 규정되어 있다. 관계된 법률을 표 3에 나타냈다.

### 수소 안전기준 고도화 및 표준화 추진방안

수소에너지의 이용은 생산, 저장·운송, 충전, 활용의 기술로 분류될 수 있으며 각 단계별 안전관련 이슈 사항 및 추진방안을 살펴보겠다.

우선 수소의 생산기술에서는 전기를 이용해 물을 분해하여 수소를 만드는 수전해 방식, 천연가스 및 LPG 등에서 수증기 개질을 통해 수소를 추출하는 방식, 석탄가스화 및 부생가스를 이용하는 방식 등이 현재 상용화되어 있고, 플라즈마 및 광촉매, 미생물을 이용하여 수소를 생산하는 방식 등이 연구되고 있다. 이러한 수소생산 기술들은 대부분 저압(1MPa 이하)으로 운전이 되고 있어서 현재 수소의 안전을 관리하는 고압가스안전관리법의 적용에서 제외된 상태이다.

법령	· 고압가스안전관리법 · 고압가스안전관리법 시행령	· 고압가스 제조, 판매, 저장 허가 신고에 필요한 사항 규정
규칙	· 고압가스안전관리법 시행규칙	· 산업부장관이 정한 기술 기준과 신청 절차 등의 규정
상세기준 (KGS 코드)	· KGS FP216, FP217(수소자동차 충전소 기준) · KGS AC111, AC118(저장탱크 및 압력용기 기준) · KGS AC212, AC419(운송용 저장용기 기준) · KGS AC417(자동차용 저장용기 기준) · KGS AA319(고압가스용 안전밸브 기준) · KGS GC101, GC201(가스시설 방폭에 관한 기준) · KGS AB934(가스용 연료전지 검사기준) · KGS FU551, FU431, FU432, FU433(연료전지 설치기준)	· 산업부장관이 제정한 상세 기술 기준 규정
특례기준	· 용·복합 및 패키지형, 이동식 수소자동차 충전소 특례기준 · 수소충전소용 TYPE2 용기 설치 특례기준	· 시행규칙에서 규정하지 않고 있으나 산업부장관이 필요하다고 인정하여 특별히 운용하는 기준

표 2. 수소에 관한 안전관리 법령 현황

국도이용에관한법/건축법/개발제한구역법	가연성 가스인 수소에 대해 용도지역마다 부지 제한이 규정되어 있음
위험물안전관리법	주유소 내 수소충전시설 설치기준 규정
산업안전보건법	가연성 가스인 수소의 경우 5톤/사용(day), 200톤/저장 이상일 경우 PSM <sup>01</sup> 대상
도로운송차량법/도로교통법	고압가스의 수송 시에 일어날 수 있는 위험 사태를 예측하고 중량 제한과 사용차량에 대한 규제가 규정되어 있음

표 3. 고압가스안전관리법 이외의 수소 안전에 관련된 주요 법률

01 PSM: 공정안전관리(Process Safety Management) 제도로서 위험물의 누출, 화재, 폭발로 사업장의 근로자 및 인근지역에 피해를 줄 수 있는 중대 산업사고를 예방하기 위한 제도

현재 국회에서 입법 추진되고 있는 가칭 ‘수소안전법’에서는 저압수소에 대한 안전관리를 법으로 규정하는 내용을 포함하고 있다. 저압의 수소를 고압의 수소와 유사한 법규로 규제할 경우 수소경제 성장이 위축될 수 있다는 염려도 있으나, 합리적인 수준에서 최상의 안전기준이 필요하다는 것이 일반적이다. 올해 발생한 강원도 강릉의 수소폭발 사고에서도 저압시설에 대한 안전관리의 필요성이 강조되고 있다.

저장·운송에서는 고압수소 저장운송기술이 국내에서 상용화되어 운영되고 있고, 액체수소 및 액상, 고체수소 등의 새로운 저장방식에 대한 안전기준 마련이 필요하다. 또한 수소의 운송은 경제성과 직결되는 중요한 문제로 대량의 장거리 수송 및 가정용 수소의 공급은 천연가스처럼 배관망을 통한 공급이 바람직하다 할 것이며 이를 위한 고압 및 저압의 수소배관망 설계, 시공, 유지 관리와 관련된 안전기준이 마련되어야 한다.

충전 분야에서는 자동차용 고압수소기체 충전에 대하여만 안전기준이 운영되고 있으나, 해외에서는 이미 실증되고 이는 액체수소 충전소 및 이동식 자동차 충전소 기준의 제정이 필요하다. 그리고 드론과 같은 소형 이동형 연료전지 애플리케이션에서 활용이 가능한 충전기준이 마련되어야 한다. 또한 현재 자동차 분야뿐만 아니라 국한되어 있는 충전소 기준을 지게차나 기차, 선박과 같은 분야에 적용이 가능한 충전기준을 준비하여야 한다.

활용에서는 기존의 수소 연료전지 자동차와 가정용·건물용 연료전지가 수소의 주된 활용 분야였으나 최근에는 버스 및 트럭과 같은 대형차, 지게차 및 건설기계 분야, 드론, 기차, 선박 등으로 활용 분야가 다양화되고 있다. 연료전지 분야는 직접 수소 연료전지 및 발전용 연료전지 등으로 확장되고 있다. 이처럼 산업의 전 분야로 확장되고 있는 수소 및 연료전지 기술에 대하여 각 분야에 적합한 안전관리 기준을 제정하여야 한다.

수소는 에너지의 효율성을 높이기 위해 초고압, 초저온 등과 같은 극한의 상황에서 사용해야 하는 어

려움을 지니고 있다. 따라서 이러한 극한 상황에서의 사용에 대한 안전성을 확보하고 시험데이터를 확보하여 안전기준 및 표준을 제정하여야 한다. 이를 위해서는 초고압·초저온 상황에서 실증시험과 성능시험을 시행할 수 있는 테스트베드 구축·운영이 필수적이다. 이미 수소 분야 선진국인 일본에서는 JARI, HYTREC, HYSUT를 운영하고 있고, 캐나다의 POWERTECH, 독일의 BAM 등이 이러한 설비를 갖추고 있다. 국내에서는 2016년에 ‘에너지안전실증 연구센터(강원도 영월)’가 준공되어 세계 최고 수준의 초고압시험 및 화재폭발 시험을 수행할 수 있는 시설을 갖추고, 수소에너지의 생산, 충전, 공급, 활용 분야의 신규 제품 및 부품에 대한 수소 산업 전주기에 걸친 안전성 확보 지원을 위해 2021년에 준공 예정인 ‘수소 산업 전주기 제품 안전성 지원 센터(대전)’를 건설 중이다. 산업통상자원부 국가기술표준원은 ‘수소경제 활성화 로드맵(2019년 1월)’을 근간으로 하여 분야별·시기별 기술수준·개발상황을 고려하여 ‘수소경제 표준화 로드맵(2019년 4월)’을 발표하였다.

## 결어

신규 에너지에 대하여 사람들이 어떤 불안을 느끼는 것은 일반적인 심리이다. 필요한 것은 그 에너지를 안전하게 사용하기 위한 기술을 확립하고 실적을 쌓아 그것을 올바르게 전달하여 사람들을 안심시키는 것이다. 수소 이용을 활성화시키기 위해서는 일반 시민의 수소 및 연료전지에 관한 인식 향상과 안전성에 관한 위기의식 저감 등 수소에 대한 사회적인 수용성의 향상이 필수 불가결하다. 사회 수용성 향상을 위해서는 수소의 안전성을 높이고 신뢰를 얻는 것과 수소 및 연료전지에 관한 이해 증진을 위한 적극적인 정보 전달이 필요하다. 그중 수소의 안전성을 높이기 위한 구조와 기술에 대해서는 앞에서 언급한 대로이다. 수소에 관한 이해 증진을 위한 정보전달에 대해서는 일반인들을 대상으로 하는 다양한 홍보, 교육, 체험 기회 제공 등의 노력이 활발히 전개되어야 할 것이다.

**기술혁신**

# 제품홍보·기술협력관 Tech-Biz 기업의 기술/ 제품 홍보 및 협력, KOITA와 함께하세요!



KOITA 「Tech-Biz 제품홍보·기술협력관」은 우수한 기술과 제품의 시장진출을 돕기 위해 홈페이지를 통해 무료로 등재하고 홍보할 수 있도록 도와드리는 서비스입니다.  
홍보를 원하는 기술과 제품을 자유롭게 등록하고,  
다른 기업의 기술이나 제품을 검색하여 기업경영에 활용해보세요!

## 어떤 내용을 등록·홍보하나요?

기업정보    기술/제품사진및특징    연구분야    인증 및 수상내역    주요 보유장비    해외진출사례



협력희망 내용



기술·연구



마케팅(제휴)



장비



구매



해외

## 등록 방법은?

온라인



KOITA 홈페이지  
www.koita.or.kr



제품홍보·  
기술협력관  
(Tech-Biz)



KOITA 회원사  
로그인 or  
회원가입(비회원사)



등록/수정

서식 제출 「제품홍보·기술협력 소개서」를 작성하여 메일(chun@koita.or.kr) 송부

비즈니스 인사이트는 동아일보 브랜드 기업으로 전문가 매칭 플랫폼 및 컨설팅 기업인 동아엑스퍼츠(dongaexperts.com) 전문가들과 협력하여 게재하고 있습니다.

## 플랫폼 기업의 가격 전략 2



글. 정성철 대표  
(주)동아엑스퍼츠

### 다른 비즈니스 모델에는 다른 프라이싱 전략

차량 공유 서비스에서 시장 점유율이 가장 높은 쏘카가 P사의 타깃이자 경쟁자다. P사만의 차별적 가격 체계를 구축하기 위해서는 쏘카와 비즈니스 모델이 어떻게 다른지 이해할 필요가 있다. 비즈니스 모델의 차이가 수익 모델의 차이를 유발하고, 이는 곧 고객에게 받는 돈과 관련된 지출비용(원가)을 결정하기 때문이다.

쏘카와 P사는 동일한 카 셰어링 업계에 있으나 완전히 다른 비즈니스 모델을 가지고 있다고 할 수 있다. 숙박업을 예로 들자면 이는 마치 호텔사업자와 에어비앤비 같은 숙박 중개 사업자의 관계이다. 호텔사업자는 손님을 유치하기 위해 전국 곳곳에 호텔을 짓는다. 추가로 수익을 올리기 위해서는 객실 증설 등이 불가피하다. 자체 웹사이트를 통해 예약을 받기도 하지만 공실이 완전히 소진되기 어려운 경우 야놀자, 호텔스컴바인 등과 계약을 통해 이를 해결한다. 자체 가격 체계를 유지하면서도 매출을 올리기 위한 방편이다. 반면 야놀자, 호텔스컴바인 등은 자체 숙박 시설을 보유하지 않고 각 숙박업소의 정보를 연결하여 숙

박업자의 공실을 소진하고 그 중개 수수료를 받는 모델이다. 매출 즉 중개수수료를 더 올리기 위해서는 객실 증설이 아니라 제휴 숙박업소를 늘리면 된다. 중개 플랫폼사의 대대적인 홍보와 할인 혜택 등으로 인해 고객이 호텔 웹사이트에서 중개 플랫폼으로 쏠리면서 호텔과의 상호 역할이 명확해지고 있다.

숙박 중개 플랫폼의 경우 교차 네트워크 및 규모의 경제가 실현되는 대표적인 모델이라고 할 수 있다. 즉 숙박업소가 많이 입점해 있을수록 고객이 많이 몰리고, 많은 고객이 유입될수록 더 많은 숙박업소가 유입되고 Lock-in 되는 전형적인 플랫폼 비즈니스인 것이다.

숙박업계에서 오랜 기간 동안 검증된 비즈니스와 수익 모델의 차이는 카 셰어링 업계에서도 유사하게 반복된다. 쏘카는 호텔이고 P사는 야놀자, 호텔스컴바인이다. 쏘카는 전국적인 서비스를 위해 차를 직접 구매 및 관리하여 일 단위, 시간 단위로 임대하는 사업이며 전국 4천여 개의 쏘카존에서 1만 2천여 대의 다양한 차량을 언제든지 이용할 수 있도록 쏘카 앱을

제공한다. 쏘카가 매출을 확대하기 위해서는 추가적인 차량 구매와 배치가 필수적이다. 이는 전형적인 숙박업체의 사업 전개 방식이며 가격 또한 호텔과 유사하게 평일요금, 주말요금, 성수기요금으로 제시하고 있다. 고객의 수요, 계절, 공실 상황 등을 고려해 탄력적으로 가격을 제시할 경우 전체 쏘카 가격에 영향을 받을 수 있기 때문에 고정적인 프라이싱만 가능하다고 판단된다. 쏘카는 플랫폼 비즈니스가 아닌 차량 단기 임대 사업자이다. 1편에서 말한 플랫폼 비즈니스 모델의 3가지 속성, 즉 메트칼프 법칙, 교차 네트워크 효과, 규모의 경제 3가지 측면에서 분석할 경우 쏘카는 3가지 어디에도 속하지 않는 모델임을 알 수 있다.

그럼 P사의 비즈니스 모델은 무엇인가? P사는 렌터카 업체와 제휴를 맺고 유휴 차량을 고객과 매칭해주는 비즈니스이다. 플랫폼 비즈니스 모델의 속성 중 교차 네트워크 효과와 규모의 경제에 해당하는 모델이다. 즉 전국 곳곳에 많은 렌터카 업체가 입점해 있을수록 많은 고객이 몰리고, 고객이 많이 유입될수록 렌터카 업체가 많이 유입되고 Lock-in 된다.

차량 공유 서비스가 보편화되어있지 않아 똑같이 차량을 빌려 썼던 서비스 초기에 고객은 쏘카와 P사의 서비스 차별성을 느낄 수 없을 것이다. 그러나 호텔과 야놀자, 호텔스컴바인을 구분 못 하는 고객이 없는 것처럼 P사의 서비스가 확대될 경우 두 서비스의 차이를 명확히 인지할 것이다.

쏘카는 직접 차를 구매하고 관리하기 때문에 자동차 구매·유지와 관련해 높은 고정성 비용 구조를 가질 수밖에 없다. 즉 사업을 확장하기 위해서는 많은 투자자금이 필요하다는 제약이 전제된다. 반면 P사는 차량에 대한 직접투자가 없지만 렌터카 업체에 대한 사용료 등 변동성 비용이 높다. 고정비는 플랫폼 구축비와 운영비, 마케팅 비용 등이 추가될 것이다.

그럼 쏘카와 P사의 비즈니스 모델에 근간하여 프라이싱 차이를 분석해보자.

P사는 플랫폼 비즈니스의 특성상 쏘카보다 저렴할 수밖에 없는 구조이다. 쏘카는 직접 관리하는 보유 차량을 공유하는 구조지만 P사는 지역별 렌터카 업체의

	쏘카	P사
차량 보유 여부	차량 구매 및 보유	제휴 렌터카 회사 차량 이용
수익 모델	차량 렌탈 수익	중개 수수료
주된 비용	차량 감가상각비/차량 유지비	렌터카 사용료
비용 구조	고정비 비중 높음	변동비 비중 높음
프라이싱 대상	고객(단면적 프라이싱)	고객, 렌터카 사업자(다면적 프라이싱)

표 1. 쏘카와의 수익모델 비교

유휴 차량을 소진하는 모델이다. 렌터카 사업자 입장에서는 유휴 차량을 활용하는 관점에서 좀 더 낮은 가격으로 제공할 수 있다.

P사는 유휴 렌터카를 이용하므로 소비자가 인식할 만큼 쏘카보다 저렴해야 한다. 프라이싱은 브랜드 인지도, 차종 다양성, 차량 관리 수준, 차량 접근성 등을 고려하여 결정해야 한다. 아직은 가격 외에는 상당 부분 열세인 상황이다.

그러나 P사는 상황별 프라이싱이 가능하다. 쏘카는 고정적, 정형적 요금제이지만 P사는 다양한 가격 결정 요소를 반영할 수 있다. 지역이라는 개념을 축으로 해서 계절적 요인 등을 반영할 수 있고, 렌터카 업체의 긴급 유휴 차량 소진 요구, P사 추천 차량에 따른 할인 등을 무기로 활용할 수 있다.

P사는 소비자뿐 아니라 렌터카 사업자에 대한 프라이싱, 즉 양면적 프라이싱 정책이 필요하다. 쏘카는 자차 보유로 인해 공급자에 대한 프라이싱이라는 개념이 없다지만, P사는 렌터카 사업자가 가격을 제시할 수 있는 구조이다.

렌터카 사업자의 마케팅 니즈 등을 소비자 대상 프라이싱으로 연결할 수 있다. 쏘카는 자사의 서비스를 이용하도록 이끄는 것이 마케팅의 주된 목적이다. P사는 렌터카 업체들이 직접 마케팅하는 것보다 P사를 통해 마케팅하는 것이 매출이나 비용 등의 측면에서 유리하다는 것을 인식시키는 것이 중요하다.

## 유휴 차량의 미스매칭 해결사

P사의 비즈니스 모델과 수익 모델을 이해하기 위해

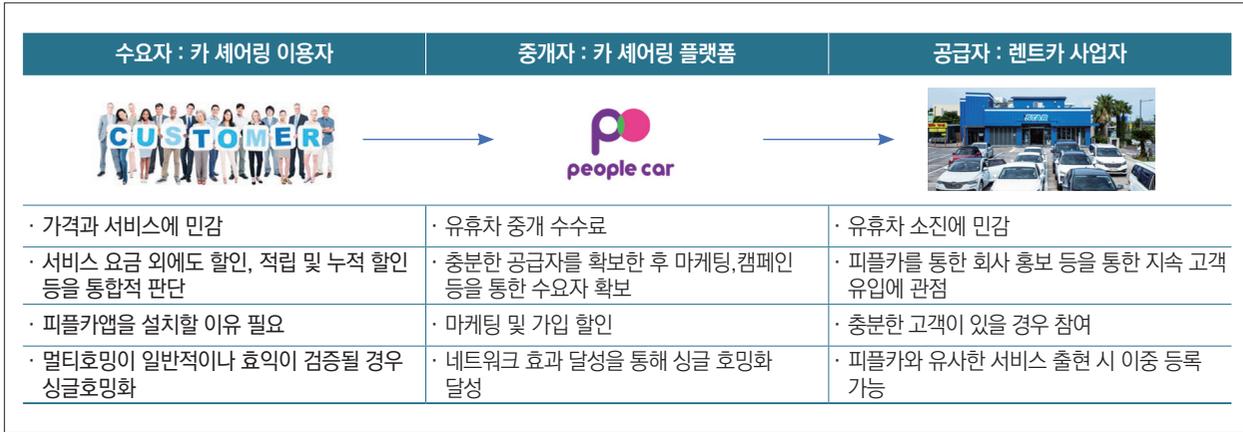


그림 1. 카셰어링 수요자·공급자 니즈 및 플랫폼 역할 분석

서는 먼저 렌터카 산업을 이해하는 것이 필요하다. 렌터카 또는 차량 공유업의 주요 특징은 다음과 같다.

### 휘발성 공간 시설 사업이다

오늘 못 판 초코파이는 내일 팔수 있다. 그러나 차량은 오늘 판매하지 못하면 그대로 손실이 된다. 따라서 매일 유휴 차량을 어떻게 소진할 것인지가 수익의 결정적 요인이 된다. 시간이 압박한 유휴 차량은 저렴한 가격에라도 판매하는 것이 관건이다.

### 공간이 고정되어 있다

소비자가 반드시 그 장소로 이동하여 소비한다. 따라서 대규모 자본을 가진 쏘카는 지역별로 차량을 적재소에 배치한다. 소비는 지역별로 이루어지나 홍보는 전국적으로 해야 하는 서비스 특징을 가진다.

### 공급이 제한적이다

손님이 많이 몰린다고 해서 한꺼번에 차량을 늘릴 수 없다. 차량을 늘리기 위해서는 부지 확보, 차량 구매 등의 많은 투자가 필요하다.

### 높은 고정비와 낮은 변동비 구조로 되어 있다

차량에 대한 감가상각비, 차량 관리비, 인건비 등 전체 비용 중에서 고정비가 차지하는 비중이 높다. 이러한 비용 특성으로 인해 무조건 매출을 많이 올리는

것이 유리하다. 손익분기점을 넘기면 이익이 급격하게 높아지는 구조이다.

그렇다면 차량 공유서비스를 사용하는 고객의 특성은 무엇일까?

### 계획적인 소비를 한다

대중교통이나 택시의 경우 즉흥적 소비가 특징이라면 카 셰어링은 출발지, 목적지, 예산 등을 고려해 나름 면밀하게 분석하고 선택하는 방식이 일반적이다.

### 가격 민감도가 높으며 멀티호밍이 일반적이다

카 셰어링 업체를 선택할 때 고객은 한 가지 앱이 아니라 여러 개의 앱에서 동일한 조건으로 검색하여 가장 저렴한 회사를 선택할 가능성이 높다. 즉 빈번성이 높지 않고, 멀티호밍이 일반적일 것이다. 가격 민감도가 높은 20대가 주된 사용자이므로 당연한 현상이라 볼 수 있다.

지금까지 가격 결정론 방법 중 2단계까지 예시적으로 논의하였다. 프라이싱은 기업의 생존을 결정짓는 매우 중요한 요소이나 실패한 프라이싱을 통해 이탈한 고객을 다시 찾아오는 것은 매우 어려운 일이다. 5단계 방법론을 통해 내부 프라이싱을 점검하는 기회가 되었으면 한다. 기술혁신

# 과학·공학 기초소양 문제 Pool 활용하세요

홈페이지 <http://pool.koita.or.kr>

“ 개방/융합의 시대에  
전공이 아닌 주변을 아는 것이 필요하며,  
아는 만큼 보인다 ”

“ 급변하는 기술환경 추세에  
바르게 적응할 수 있는  
종합적인 지식이 요구되고 있다 ”



산업현장에서 빈번하게 활용되는 이공학 기본지식을 문제형태로 재구성하여  
기업연구소에서 실제 사용하는 전문용어와 적용사례를 활용하여 현장성을 높였습니다.  
신입직원 채용, 재직자 역량평가, 기술면접, 교육 등에 많은 활용 바랍니다.

## 과학·공학 기초소양이란?

직원이 개방/융합 시대에 맞게 직무를 수행하는데 필요한  
과학·공학 분야의 기초 지식 및 원리



## 왜 기초소양이 필요한가?

대학 졸업자의 기술적 소양 부족 현상이 갈수록 심화되어  
기업은 산업현장에서 필요한 역량을 갖춘 인재채용이 어려움  
직원이 기술적 문제의 이해와 해결 등 직무수행에 필요한  
과학·공학기초를 갖췄는지 여부를 측정하고, 신입직원  
채용, 기술면접, 직원역량평가, 교육 등에 활용할 수 있는  
문제 Pool이 필요

→ 과학·공학 기초소양을 바탕으로 신입직원은  
물론, 재직자의 기술적 문제해결 역량 향상

## 과학·공학 기초소양 문제구성

※ 전기/전자(200), 화학(100), 바이오(150), 컴퓨터(100), 산업기술공통(303) 등 853문제가 추가되어 총 2,433개 문제 등록

산업기술분야



산업기술공통

구분	산업기술 분야								산업기술 공통	합계
	전기/전자	기계	화학	화공	건설	바이오	소재	컴퓨터		
문제 수(개)	400	212	321	130	155	150	180	280	605	2,433

\* 기술분야와 난이도(상중하), 유형(주관식, 객관식) 등을 선택하여 기업별 특성에 맞는 맞춤형 문제집을 구성할 수 있습니다.



기술혁신 성공사례는 기업의 연구책임자 인터뷰를 통해 성공프로젝트를 기술혁신 측면에서 살펴봅니다.

# 고객의 잠재니즈를 충족시킬 수 있는 가치를 제안하라

(주)아이벙스메디칼시스템즈

윤석호 대표  
(주)아이벙스메디칼시스템즈



지난해 12월 강릉시 펜션에서 일산화탄소 중독으로 고교생 3명이 숨지고 7명이 부상을 입은 사고가 발생했다. 이 사고로 고압산소치료기가 구비돼 있는 병원이 전국적으로 크게 부족하다는 사실이 확인되면서 고압산소치료기가 주목받고 있다. 고압산소치료기는 챔버(Chamber) 안에 높은 압력으로 산소를 주입하는 의료기기로, 일산화탄소 중독환자 외에 해녀나 스쿠버다이버 등 잠수병을 앓는 사람들 치료는 물론 색전증, 두개골 내 농양, 당뇨병, 난치성 궤양 등 질환 치료에도 효과가 있는 것으로 알려지며 주목받고 있다.

그런데 문제는 일반적인 호흡환경보다 기압이 높은 상태에서 치료를 진행하다 보면 비행기가 이륙할 때 귀가 멍멍한 것과 같은 느낌, 귀 통증(중이 바로트라우마)이 발생하기 때문에 지속적인 치료가 어렵다. 이러한 상황에서 의료기기 벤처기업 (주)아이벙스메디칼시스템즈(이하 아이벙스)가 개발한 신기술 적용 제품이 고압산소치료 효율성 향상에 기여할 것으로 기대를 모으고 있다.

## 고압산소치료기, 수요는 느는데 공급은 부족

연탄 난방을 많이 쓰던 1980년대만 해도 연탄가스 중독사고가 잦아 전국 300개 이상 의료기관에 고압산소치료기가 있었다. 과거 연탄 사용량이 높을 때에는 연탄가스중독환자 치료를 위해 한국이 아시아에서 가장 많은 고압산소치료기를 가지고 있었다.

하지만 연탄이 난방 연료 시장의 중심에서 밀려나면서 전국의 고압산소치료기는 노후화돼 대부분 폐기되었다. 반대로 미국, 유럽, 일본 등에서는 일산화탄소 중독 이외의 다른 난치성 질환 치료에 대한 고압산소치료의 효과가 연구되어 현재는 16개의 질환에 적용하고 있다.

이제는 국내에서도 식약처가 11개의 질환에 대해 건강보험 적용을 허가해주어 고압산소치료의 길을 열어 주었으나 문제는 고압산소치료를 할 수 있는 곳이 20여 개 병원에 불과하다는 것이다. 어디서나 쉽게 고압산소치료를 받을 수 있는 환경인 미국이나 일본에 비해 국내 고압산소치료 보급수준은 현저히 낮다. 미국 대비 0.1%에도 미치지 못하는 수준이다. 참고로

일본은 200여 곳이 넘고 싱가포르나 대만도 우리나라 보다 훨씬 많은 대수를 보유하고 있다고 한다.

### 고객이 스스로 말하기 어려운 잠재된 니즈 해결

이 같은 상황에서 국내 벤처기업인 아이벡스가 고압산소치료기 시장에서 두각을 나타내고 있다. 2011년 설립된 아이벡스는 고압산소치료기 연구개발 및 제조, 국내외 전시회와 학술대회에서 다양한 활동을 전개하고 있다. 국내시장 점유율 1위 기업으로, 현재 국내 20여 곳에 자체 개발한 의료용 고압산소치료기를 공급하며 뛰어난 성능과 안전성을 가진 제품으로 평가받고 있다.

최근에는 연세대 의용공학부(신태민 교수)와 함께 3년의 연구개발 끝에 A.B.T RIDE® (Anti Barotrauma Technology, 중이기관장애 예방 시스템)를 세계 최초로 개발, 산업통상자원부 장관으로부터 신기술(NET) 인증을 받았으며, A.B.T RIDE라는 제품으로 상용화하였다. 쉽게 말하면 기압이 올라가는 동안 환자의 고막에 가해지는 통증을 모니터링 할 수 있고 모니터링 결과를 근거로 챔버 내 압력을 자동 조절해 주는 장치이다.

고막의 통증 모니터링 장치는 고압산소챔버를 만드는 기술과는 전혀 다른 생체정보를 확인할 수 있는 기술을 필요로 하기 때문에 해외 경쟁사 제품에는 없는 차별화 포인트가 될 뿐만 아니라 기술진입을 어렵게

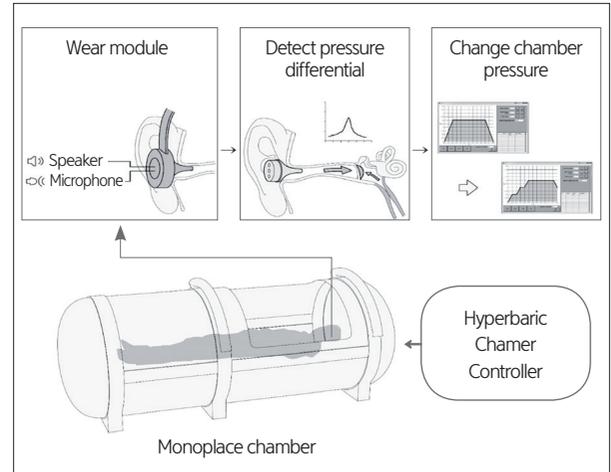


그림 2. 고압산소치료 중 발생하는 기압장애 예방 자동화 기술

하는 장벽 역할을 하고 있다. 기술사업화의 정석과 같은 한 수라 생각된다.

그럼 지금부터 아이벡스의 기술혁신 과정을 크게 세 부분으로 나누어 ‘사업 기회 탐색 - 기술 확보 - 고객가치 혁신’의 순서로 소개하고, 미래의 사업 기회 탐색은 어떻게 진행 중인지 함께 알아보자.

### 기술경영 관점에서 본 아이벡스메디칼시스템즈의 성공 요인

#### 사업 기회 발굴 및 신제품 개발로의 연계

기술이 사업화되는 과정 중에 가장 중요한 하나를 꼽으라면 두말할 필요 없이 시작 단계에 해당하는 ‘기회 탐색’과 ‘아이템의 선정’일 것이다.

고압산소치료는 연탄 사용량이 줄면서 그 필요성이 자연스럽게 줄어들었다. 이런 상황에서 아이벡스는 어떻게 사업 기회를 포착할 수 있었을까?

보통 중소기업이나 벤처기업의 기술 발굴 및 혁신은 연구원들보다는 대표자 또는 경영진의 주도하에 모든 게 이뤄진다. 흔히 회사의 대표이기 때문에 남보다 추진력이 강할 것이라고 선불리 단정 짓는 것은 추진력보다 더 중요한 것을 간과한 결과다.

기회 탐색과 아이템 선정을 위해 시장 조사, 환경 분석, 기술 동향 파악, 경쟁 제품 분석, 시나리오 플래닝 등의 다양한 방법들이 있지만 어디까지나 훌륭한



그림 1. 아이벡스의 1인용 고압산소챔버(위)와 다인용 고압산소챔버(아래) 제품

틀을 제공할 뿐 틀 안에 집어넣을 반죽까지 제공해주지는 않는다. 결국 좋은 결과물을 얻어내기 위해서는 생각의 양과 질이 중요하다.

아이백스의 윤석호 대표도 창업 당시인 2011년에는 고압산소치료기술의 사업화에 대해 확신하기 어려웠을 것이다. 연탄 시대 이후 사람들의 관심에선 멀어진 고압산소치료기술을 이해하기 위해 해외의 학회를 찾아다니고 임상사례들을 조사하고 관련 제품을 수입 판매하면서 끊임없는 고민을 반복한 끝에 기회가 될 것으로 판단한 결과, 첫 번째 아이템으로 치료용 고압산소챔버를 선정하였다.

치료용 고압산소챔버를 만드는 회사는 미국에 4곳, 호주에 2곳을 비롯하여 전 세계에 10여 곳뿐이다. 윤석호 대표는 기술만으로 최고가 되어 보자는 기업 비전을 세웠다. 당시 국내에 전문의료진들도 고압산소치료라는 개념에 대해 잘 알지 못했고, 설사 알았다 하더라도 미국이나 호주에 점유율 1~2위를 다투는 제품이 이미 있는데 후발업체로서 관련기술은 커녕 유사한 기술조차 보유하지 못한 벤처기업이 도전한다는 것은 자칫 무모해 보이기까지 했다. 하지만 잘 생

각해보면 의지와 생각의 차이일 뿐, 세상에 불가능은 없다는 것을 다시 한번 확인할 수 있다.

## 산학협력 오픈이노베이션(Open Innovation)

### 모범사례

기술전략의 범위는 기술획득, 기술관리, 기술을 활용한 사업화까지를 포함한다. 고압산소치료기술을 사업의 기회로 선정한 아이백스 입장에서는 기술을 획득하는 것부터 쉽지 않았다. 일단 보유한 기술보다 확보해야 할 기술이 더 많았고 기술을 확보하기 위한 자금, 전문인력, 장비 및 시설 등의 유형자원 조차 거의 전무한 상황에서 미국의 제작규격인 ASME PVHO-1과 치료시설물에 대한 국제 기준을 만족시키는 고압산소챔버 개발이라는 상당히 높은 목표를 설정했기 때문이다.

이후 아이백스의 기술 확보 과정을 살펴보면 ‘제품 컨셉 기획 → 목표 설정 → 필요 기술 도출 → 기술 확보 방안 수립 → 단계별 유연한 실행’이라는 전형적인 기술개발 과정을 거쳐 온 듯 보인다. 하지만 신생 벤처기업이 통상 겪는 개발자금 부족, 연구인력, 장비와 시설, 지식재산 및 경험 부족을 대입해보면 과정 하나 하나가 넘어야 할 산이 되어버린다. 우선 개발자금 부족을 해결하기 위해 국가부처에서 지원해주는 R&D 자금을 신청해야만 했다. 당연한 이야기지만 신생 벤처기업에게 처음부터 수십억 원의 지원을 해주지 않는다. 확보해야 할 필요 기술(요소 기술)들을 최대한 자세히 구분하여 작은 단위로 만들지 않으면 과제 기획 자체가 어렵다. 우리가 흔히 이야기하는 기술트리(Technology Tree)의 결과물과 같은 것이다.

구분된 요소 기술들을 어떤 순서에 따라 확보해야 하는가도 중요한 쟁점이다. 윤석호 대표는 R&D 자금 지원의 규모나 성격에 맞추어 확보 가능한 것부터 먼저 확보하는 유연한 방법을 택하였다. 상황에 맞추어 업데이트되는 일종의 기술 확보 로드맵(Technology Roadmap)을 연상시킨다. 기술 개발의 최종 목표인 고압산소챔버에 대해 매우 구체적인 성능과 기능들의 지표 항목, 항목별 목표가 정립되어 있지 않다면 필요

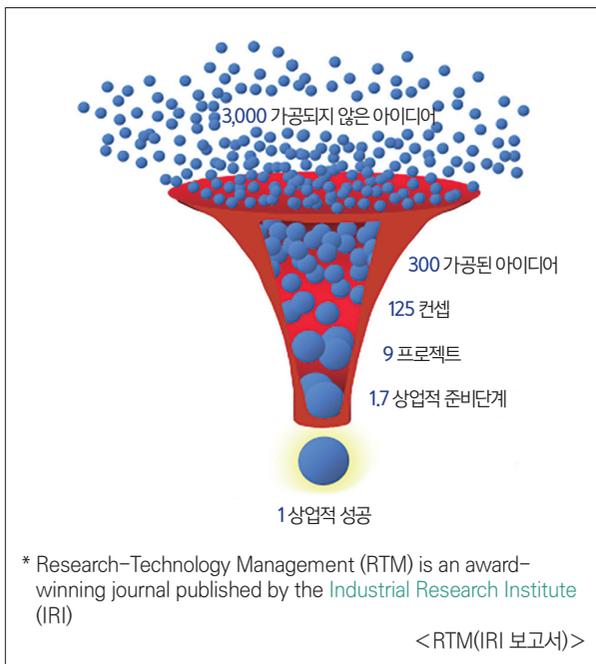


그림 3. 기술사업화 성공 확률 - 3,000개 아이디어 중 1개 성공

한 요소 기술들을 정의할 수가 없으며 요소 기술들이 정의되어 있지 못하면 실행 가능한 기술 로드맵을 그릴 수가 없다. 기술경영을 공부하는 사람들에게는 교과서적이고 아주 당연한 이야기들을 나열해 놓은 것 같지만 직접 기술을 사업화하는 대표이사과 직원들의 입장에서는 그렇게 간단하지 않다.

기획과 계획 이후에는 가지고 있는 지식재산과 축적된 경험이 부족한 상태에서 어떻게 잘 할 것인가의 문제가 남아있다. 어느 기업이든 자신들이 가진 자원으로 모든 것을 해결할 수는 없다. 적어도 재료나 부품이라도 외부에서 사와야 한다.

아이벙스에게도 부족한 기술적 경험과 지식을 나누고 과제 기획 역량 등을 보강해준 파트너가 있었는데, 연세대학교 의공학 연구실(신태민 교수)이 그 역할을 담당해 주었다. 과제 기획과 기술 개발을 공동으로 추진하며 부족한 부분을 채워갔는데, 기술경영의 관점에서 보면 오픈이노베이션을 통해 혁신기술을 발굴하고 역량을 강화해 나가고 있음을 확인할 수 있다.

그동안 우리는 수많은 산학연계 과제들이 나름의 산출적 성과를 거뒀음에도 사업화를 통한 매출 확대, 이익 창출, 사업 확장 등의 실질적인 사업성과를 내는 경우는 많이 보지 못했다. 근본 원인은 아마도 두 조직의 지향점이 서로 다르기 때문이 아닌가 싶다.

그러나 이들의 경우 각자가 실질적으로 추구하는 목표와 성과가 일치한 것으로 생각된다. 연세대학교 의공학 연구실은 기업의 요구사항을 정확히 그리고 적절히 채워 주었다고 짐작해 볼 수 있다. 아이벙스

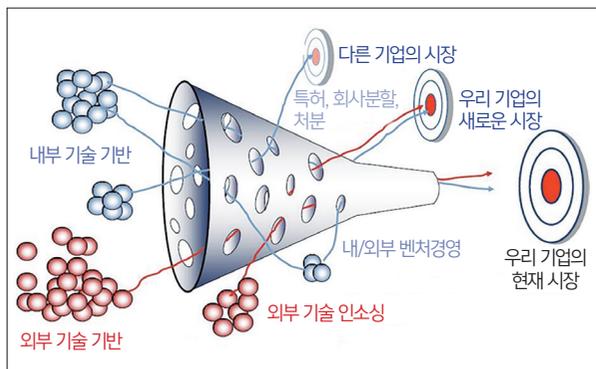


그림 4. 오픈이노베이션 공동 개발을 통한 기술사업화

입장에서 기술 확보를 위한 최고의 파트너를 만난 셈이다. 그렇게 6년여의 세월을 거쳐 마침내 기술로드맵을 완성하고, 제품이라는 결과물을 만들어냈다.

### 고객가치 제안

치료용 고압산소챔버의 고객은 의사일까 환자일까? 선뜻 대답하기 어려운 질문이다. 아이벙스 제품의 가치에 대한 대가를 지불하는 1차 고객은 의사(병원)라 할 수 있지만, 병원의 최종 고객은 환자이기 때문에 어떻게 보면 1차와 2차 고객의 경중을 따지기 어렵다. 또한 고객이 2원화된 관계로 누구에게 어떻게 가치를 제안해야 할지도 쉽지 않다.

아이벙스는 최종 고객인 환자에게 초점을 맞추었다. 최종 고객인 환자의 니즈에 의해 1차 고객인 병원이 아이벙스 제품을 찾도록 마케팅 전략을 세웠다. 예를 들어 당뇨에 의해 발 부분 조직이 괴사해 들어가는 환자들이나 방사선 치료를 받는 암환자의 경우, 치료 부위 주변 조직이 괴사하는 것을 효과적으로 치료할 마땅한 방법이 없어 지푸라기라도 잡고 싶은 심정이 된다. 그 심정이 니즈가 되어 효과가 있다는 치료법의 수요가 늘어나면 병원은 이를 수용하지 않을 수 없게 된다.

아이벙스는 제품 자체의 광고나 기술 홍보에 주력하기보다는 최대한 많은 최종 고객들에게 어떻게 하면 더 효과적으로 고압산소치료의 효능을 체험하도록 할 것인가를 고민했다. 보통 고객이 느끼는 가치를 가장 잘 말해 줄 수 있는 마케팅은 고객 스스로가 하는 마케팅이다. 예를 들어 1995년 처음 등장한 김치냉장고는 기존에는 존재하지 않던 김치냉장고 시장이라는 새로운 시장을 만들어내고, 제품을 사용해 본 고객들의 입소문이 시장 형성의 가장 중요한 마케팅 수단이 된 대표적인 R&BD 사례 중 하나이다.

물론 고압산소치료법은 해외 연구결과와 임상 사례들이 그 효과를 증명해주고 있으며 국내에서도 관련 질환의 치료 허가를 받았다는 것은 이미 그 가치가 입증된 것이다. 아이벙스는 이를 실물 제품으로 구현하였고 최종고객인 환자들의 치료에 실제 사용이 가능

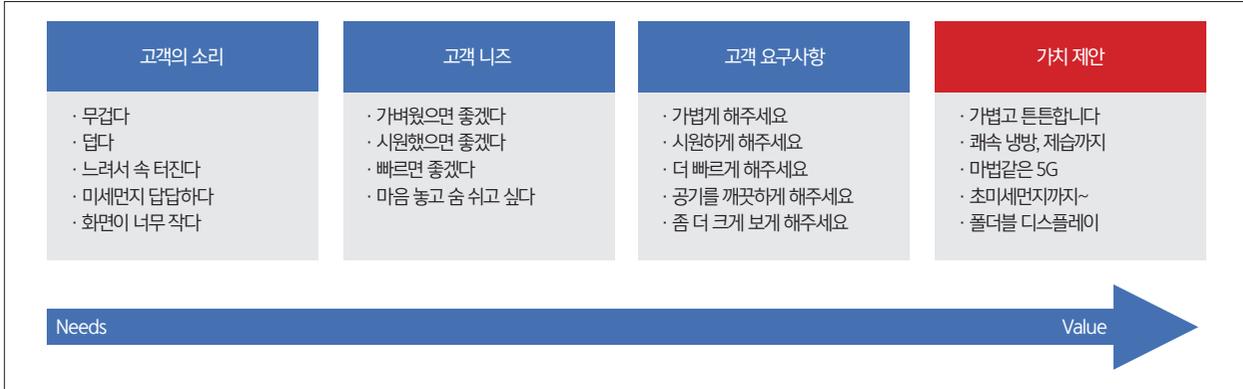


그림 5. 고객의 소리 VOC(Voice of Customer)가 고객가치 제안(Value Proposition)으로 전환되는 과정

하도록 제공함으로써 그 가치를 제안한 국내 최초의 회사가 되었다.

그렇다면 1차 고객인 병원 입장에서는 어떤 가치가 있는 것일까? 물론 값비싼 외산 제품보다 합리적인 가격의 국산 제품 또는 국내 회사이기 때문에 A/S나 기술 서비스를 쉽게 받을 수 있다는 강점을 가지고 있다. 하지만 그보다 더 중요한 사실이 있다. 회사의 관점이 아닌 고객의 관점에서 고객의 소리(VOC, Voice of Customer)에 귀 기울임으로써 고객의 니즈와 요구사항을 파악하고, 고객에게 어떠한 가치를 제공할 것인지 끊임없이 고민하고 노력하는 기업이라는 점이 큰 메리트로 작용한 것으로 보인다.

### 사업기회 탐색과 미래 시나리오

아이벙스가 처음 고압산소챔버를 개발할 무렵 국내에서는 고압산소챔버에 대한 니즈 자체가 거의 없었다. 고압산소치료가 여러 질환에 효과가 있다는 가치 자체를 인지하지 못했기 때문이다. 그럼에도 아이벙스는 미래 시장을 내다보고 씨앗을 뿌렸다. 고객의 뚜렷한 니즈가 없는 상황에서 기업들은 미래의 비즈니스를 위해 무엇을 어떻게 준비 할 수 있을까? 우리가 할 수 있는 것은 미래의 니즈가 발생할 가능성이 있는 씨앗을 예측해보는 방법이다. 대기업처럼 유형자원이 풍부한 상태에서는 여러 가지 씨앗들을 심고 키우는 것이 너무도 당연한 미래 준비이지만, 소기업의 경우 하나의 씨앗을 심고 키우기도 쉽지 않다. 더구나 씨앗

의 불확실성이 크다면 선뜻 도전하기 어렵다.

아이벙스가 기술경영의 전 과정에서 모범사례로 평가받는 이유는 다음과 같다. 불확실하지만 씨앗을 찾았고 심었다. 물과 비료를 줄 돈을 마련하기 위해 크고 작은 R&D과제를 끊임없이 기획했고, 부족한 기술과 전문가를 확보하기 위해 외부에 도움을 요청한 오픈이노베이션을 성공적으로 운영하였다. 그 과정에서 고객들의 니즈를 결코 잊지 않고 챙겨서 씨앗에 담았으며, 니즈를 충실히 만족시킨 제품은 90%에 이르는 국내시장 점유율로 나타났다.

아이벙스가 내다보는 미래는 고압산소치료의 확대와 보편화이다. 현재까지 임상적으로 입증된 16개 질환 외에도 고압산소치료의 가능성과 효과는 훨씬 더 크다고 보고 있다. 불면증, 피부미용, 미세먼지까지 적용 범위 확장과 효과 입증을 통해 고객을 확대하기 위해서는 기업과 의학계의 역할이 각각 다를 것이다. 할 일과 역할의 정의는 이미 끝났으며 실행을 위한 연구과제가 본격적으로 시작 되었다.

또 다른 과제는 보편화인데, 보편화의 가장 큰 걸림돌은 제품의 가격 부담과 부피가 커서 공간을 많이 차지한다는 점이다. 이 부분에 대한 아이디어는 아직 공개되지 않았지만 지금까지 아이벙스가 거쳐 온 과정을 본다면 충분히 차별화된 솔루션을 내놓을 것으로 예상된다. 머지않아 전 세계 10여개의 고압산소치료 기 회사들 가운데 최고가 되기 위하여, 오늘도 새로운 미래를 만들어 가고 있다. 기술혁신



## 고압산소치료기 제조기업

### (주)아이벡스메디칼시스템즈

주소 강원도 원주시 지정면 기업도시로 200 의료기기 종합센터 4층  
 사업 부문 의료용 기기 제조  
 대표 윤석호  
 지식재산권 특허 등록 9건(국내 8건, 미국 1건)

(주)아이벡스메디칼시스템즈는 산소를 이용한 의료기술 개발 기업으로서, 많은 사람들이 호흡을 통해 삶의 질이 개선될 수 있도록 연구한다. 고압의학에 대한 충분한 이해를 바탕으로 민간, 군 의료분야 및 일반 가정에서 보다 쉽게 접할 수 있는 고압산소치료요법의 솔루션을 제공한다.



Tech Issue 01은 공공기관의 연구성과 확산을 위해 국가과학기술연구회(NST)와 공동으로 우수 공공기술을 선별하여 게재하고 있습니다.

# 대면적 스퍼터링 방식을 이용한 불소계 복합 나노 박막 기술

글. 이상진 책임연구원  
한국화학연구원 화학소재솔루션센터



플로로카본(Fluorocarbon) 박막은 결합에너지가 매우 높은 C-F 결합으로 이루어져 화학적으로 매우 안정하고, 낮은 표면에너지로 인해 물을 배척하는 발수 특성이 우수하여 자가 세정(Self-cleaning) 코팅으로 응용성이 매우 높다. 대표적인 플로로카본 고분자는 폴리테트라플루오르에틸렌(PTFE, Polytetrafluoroethylene)이며 CF<sub>2</sub>의 사슬로 이루어져 있으며, 흔히 테프론(TEFLON)이라는 상표명으로 불린다. 플로로카본 코팅은 스프레이 코팅, 슬롯다이 코팅과 같은 종래의 습식 코팅 방식을 주로 사용하나, 습식 코팅의 경우 코팅 두께가 비교적 두껍고 (>1 $\mu$ m), 기재와의 밀착력이 좋지 않으며, 코팅 용액이 비교적 비싼 편이다. 최근에는 단분자·고분자를 이용하여 고온에서 승화시켜 플라즈마 고분자 박막을 형성하는 증착법(Evaporation)과 플로로카본 계열 전구체(Precursor)를 이용하여 CVD(Chemical Vapor Deposition) 방식으로 플라즈마 고분자 박막을 형성하는 연구개발이 활발히 진행되고 있다. 이러한 방법은 고품질의 고분자 박막을 형성할 수 있으나, 새로운

증착 재료의 개발이 어렵고, 증착 조건이 복잡하며, 복합재료의 코팅이 어려운 단점이 있어 상용화에 걸림돌이 되고 있다.

스퍼터링(Sputtering)을 이용한 플로로카본 박막의 연구는 1969년 Harrop의 논문을 시작으로 활발히 진행되고 있으며, 현재도 많은 연구 논문이 발표되고 있다. 스퍼터링으로 제작한 플로로카본 박막은 나노 두께로 제작이 가능하며, 아몰서프(Amorphous) 구조를 가져 투명성이 매우 우수하고, 밀착력, 경도, 발수성 특성이 매우 좋아 다양한 응용이 가능하다. 하지만, 현재까지의 스퍼터링 방식의 플로로카본 제작은 몇 가지 제약으로 인하여 연구개발이 정체되어 있어 상용화에 이르지 못하고 있다. 종래의 기술은 모두 순수한 PTFE 타깃을 사용하고 있다. 순수한 PTFE 타깃은 절연성이 매우 높아서 RF(Radio-Frequency) 방식으로만 스퍼터링이 가능하다. RF 스퍼터링 방식은 장치가 복잡하고, 대면적화가 어려우며, 롤투롤(R2R, Roll-to-Roll)과 같은 연속 공정에 어려움이 있다. 또한 모든 연구자가 같은 재료의 스퍼터링 타깃을 사용

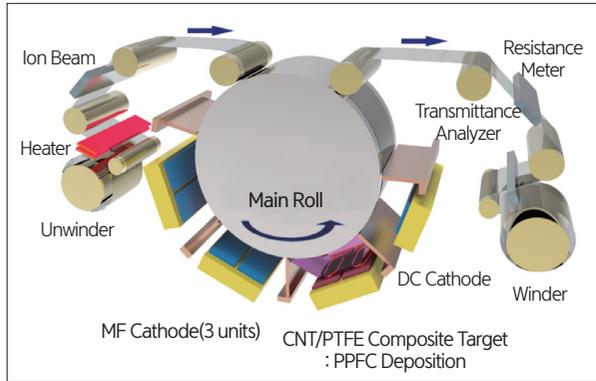


그림 1. 불소계 복합 나노 박막의 롤투를 제조 공정 모식도

하기 때문에 박막의 물성도 유사하게 나타나는 결과를 보였다.

한국화학연구원에서는 불소계 박막인 플로로카본 박막의 물성을 다양하게 구현하고 롤투를 포함하는 대면적 코팅이 가능하게 하기 위해 새로운 개념을 제시하였다. 롤투 및 대면적 코팅이 가능한 MF(Mid-Frequency) 전원에서 스퍼터링이 가능하도록 PTFE 타겟에 전도성 물질을 포함시켜 타겟에 전도성이 부여되도록 하였다. 이로써 주로 RF가 아닌 MF 전원으로 코팅이 가능하게 되었으며, 나아가 DC에서도 가능한 기술을 개발하고 있다. 또한 전도성 불소고분자 타겟에 금속 또는 무기물 첨가제를 포함해 복합 물성을 가지는 불소계 복합 나노 박막 기술과, 불소계 고분자 복합 타겟을 이용하여 대면적 연속 생산 방식인 롤투 스퍼터링 공정으로 대면적 투명 필름 기재에 정밀 코팅할 수 있는 공정 기술을 개발하고 있다. **그림 1**에 롤투 공정의 모식도를 나타내었다. 이 글에서는 PTFE와 전도성 소재인 카본나노튜브(CNT, Carbon Nano Tube)를 복합화한 타겟을 이용하여 제작한 불소계 나노 박막의 물성과 응용에 대해 소개하고자 한다.

불소계 나노 박막은 플라즈마를 통해 플로로카본 형태로 제작되므로, 우리는 이렇게 형성된 박막을 Plasma-Polymer Fluorocarbon(PPFC) 박막으로 명명하였다. **그림 2**에 PPFC 박막의 표면 물성과 화학구조 분석 결과를 나타내었다. **그림 2** (a)에서 나타난 것과 같이, PPFC 박막은 낮은 카본 함량일 경우 90% 이

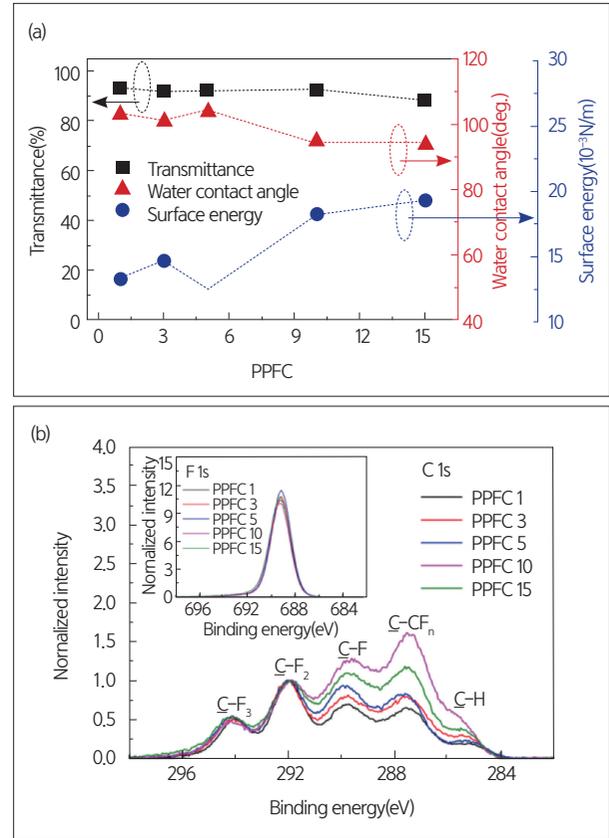


그림 2. PPFC 박막의 (a) 가시광선 투과율(Transmittance), 물접 촉각(Water contact angle) 및 표면에너지, (b) XPS 분석을 통한 화학구조

상의 높은 가시광선 투과율과  $20 \times 10^{-3}$  N/m의 낮은 표면에너지로 인한  $100^\circ$  이상의 높은 발수 특성을 나타낸다. CNT/PTFE 복합 타겟 내의 카본 함량이 높아 질수록 투과율은 약간 저하되며, 발수성도 저하되는 결과를 나타내었다. **그림 2** (b)에는 XPS 구조 분석을 통한 PPFC 박막의 카본 함량에 따른 화학구조 분석 결과를 나타내었다. 카본 함량이 증가할수록 박막 내의 카본 결합이 증가하여 C-F 및 C-CF<sub>n</sub> 피크 강도가 증가하는 것을 볼 수 있다.

우리는 PPFC 박막을 대면적 롤투 스퍼터 장비를 이용하여 성공적으로 제작하였다. 600mm 폭의 PET 기재에 100m 길이 이상 연속적으로 증착에 성공하였으며 그 결과를 **그림 3**에 나타내었다. **그림 3** (a)는 1m 길이의 복합 타겟 표면의 안정적인 플라즈마 사진을 보여주고 있다. 롤투 스퍼터링을 통하여 제작된 필름은 매우 우수한 가시광선 투과율을 가지게 되어 (b)



**그림 3.** (a) 대면적 복합타깃 표면의 플라즈마, (b) PET 기재 위에 연속적으로 제작된 PPFC 코팅 필름, (c) 투명하고 발수성이 우수한 PPFC 박막 샘플 사진 (d) PPFC 박막이 적용된 자가세정 투명 히터

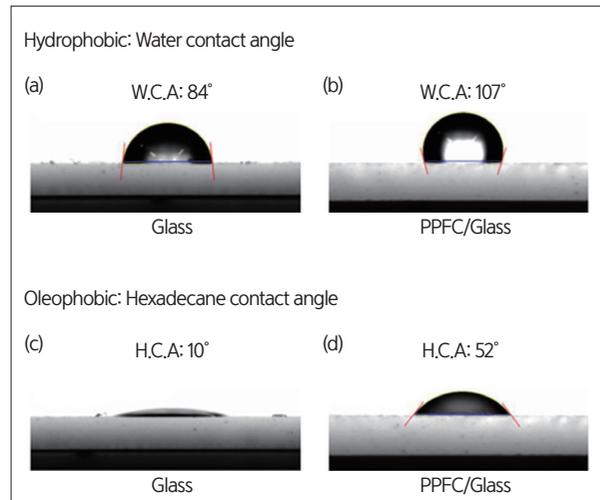
에서와 같이 거의 보이지 않을 정도로 우수한 투명성을 보인다. (c)는 제작된 필름의 우수한 발수 특성을 보여주고 있다. (d)는 롤투롤로 제작한 PPFC/Metal/PPFC 삼중 구조 필름의 발열 특성을 측정하는 사진이다.

본 연구에서 개발한 복합 타깃은 불소계 고분자에 다양한 첨가제를 포함하여 여러 가지 복합 물성을 가지는 복합 나노 박막을 제작할 수 있다는 장점을 가진다. 자체 제작한 다양한 타깃을 이용하여 **그림 4**와 같이 다양한 응용제품에 적용할 수 있는 박막 물성을 확보해 나가고 있다. 그중에서 발수·발유, 반사방지, 그리고 열차단 필름으로의 응용 결과를 간략히 소개한다.

**발수·발유 코팅:** 불소계 복합 나노 박막은 물을 배척하는 발수 특성과 기름을 배척하는 발유 특성을 동시에 나타낼 수 있다. 유리 기재상에 불소계 복합 나노 박막을 코팅한 결과 물접촉각  $107^\circ$ , 헥사데칸



**그림 4.** 불소계 복합 나노 박막의 다양한 응용 기술



**그림 5.** 불소계 복합 나노 박막의 발수 및 발유 특성

(Hexadecane) 접촉각  $52^\circ$ 의 우수한 표면 특성을 나타내었다.

**고경도 코팅:** PPFC Composite 박막은 카본의 함량이 증가함에 따라 박막 내의 카본 결합이 증가하게 되어, 결과적으로 박막의 표면 강도가 증가된다.

**그림 6**에 PPFC 박막 제작에 사용된 Composite 타깃 내의 카본 함량에 따라 성막된 PPFC 박막의 표면 경도를 측정된 결과를 나타냈다. PPFC 0은 순수한 TEFLON 타깃을 이용하여 RF로 성막한 박막의 표면 경도를 측정된 것으로서,  $0.58\text{GPa}$ 의 결과를 나타냈

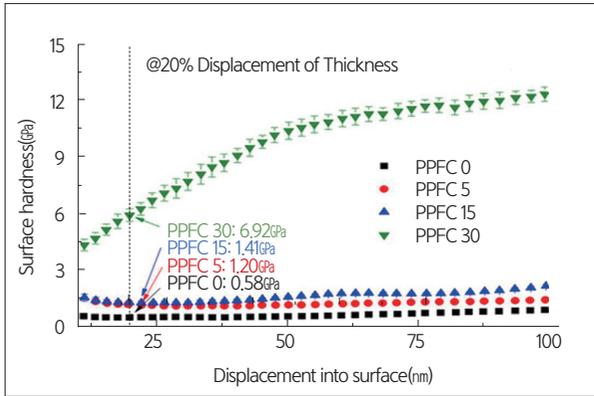


그림 6. 고경도 불소계 복합 나노 박막의 나노인덴테이션 측정 결과

다. PFC 타깃에 카본을 추가적으로 첨가하면, 카본 함량 5 wt%, 15 wt%, 30 wt% 조건에서 각각 1.20GPa, 1.41GPa 그리고 6.92GPa의 매우 우수한 표면 경도의 향상을 나타낸다. 또한 이러한 박막은 구부림(Bending)에도 잘 깨지지 않아, 구부림 반경(5mm) 이하에서도 깨지지 않는 유연함도 동시에 가지고 있다. 결과적으로 PPFC Composite 타깃을 이용하면, 유연하면서도 표면 경도가 매우 우수한 나노 박막을 비교적 쉽게 성막할 수 있다. 이러한 우수한 Flexible-high surface hardness 박막은 Flexible, Bendable 및 Rollable Display 및 Device에 응용이 가능할 것으로 예상된다.

**반사방지 코팅:** PPFC 박막은 첨가제의 종류와 양에 따라 다양한 굴절률을 가지게 된다. 박막 내의 첨가제 함량이 낮은 경우 Pure PTFE와 유사한 1.39의 낮은 굴절률을 가진다. 이러한 낮은 굴절률은 반사방지에 매우 유용하며, 단일 박막을 기재에 코팅하여도 투과율이 증가하고, 반사율이 감소하는 결과를 나타낼 수 있다. **그림 7 (a)**에 PPFC 박막의 두께에 따른 가시광선 영역에서의 반사율을 측정된 결과를 나타내었다. 반사율을 효과적으로 낮추기 위해 PPFC 박막의 하부에 SiO<sub>2</sub>, Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>와 같은 광학 버퍼층을 구성하였다. PPFC 박막의 두께에 따라 최소 반사율 1.8% 수준을 가지는 필름을 제작하였다. 이 반사방지 필름은 표면에 PPFC 박막이 위치하기 때문에 자가 세정효과도 동시에 가지게 되어 건축물, 자동차 및 옥외용 디스플레이에 적용될 수 있을 것으로 예상된다.

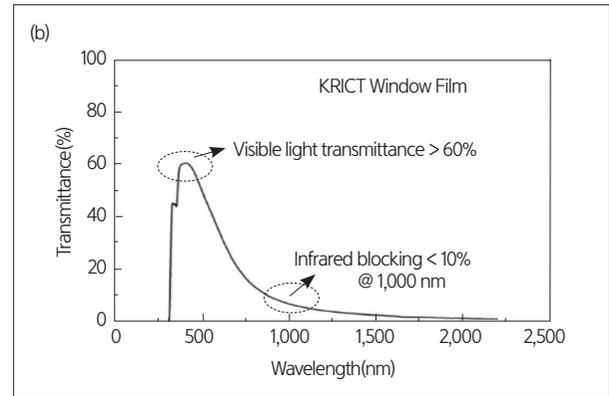
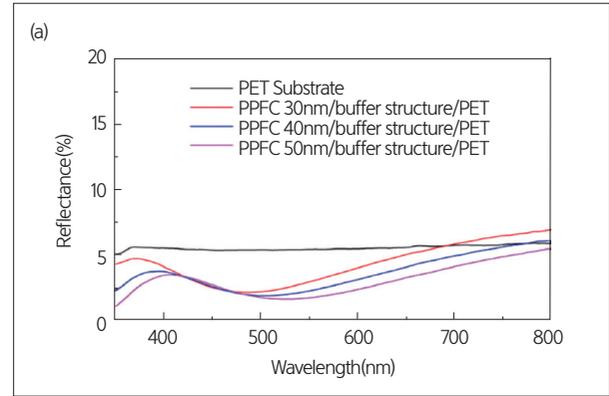


그림 7. PPFC 박막이 적용된 (a) 반사방지 필름, (b) 열차단 필름 특성

**열차단 코팅:** 그림 7 (b)에 PPFC 박막을 적용하여 제작한 열차단 필름의 가시광선 투과율과 IR 영역에서의 투과율을 측정된 결과를 나타내었다. 가시광선 영역에서 최대 60%의 우수한 투과율과 near-IR 영역인 파장 1,000nm에서의 투과율이 10% 이내의 매우 우수한 IR 차단 특성을 나타내었다. 특히 Far-IR 영역에서도 hump가 나타나지 않은 IR 전 영역에서 효과적인 차단 특성을 나타내었다.

본 연구팀은 이와 관련하여 SCI 9편을 게재하였으며, 특허는 8건 등록, 기술이전 4건을 체결하였다. 또한 한국공학한림원에서 수여하는 ‘2025, 미래를 이끌 100대 기술’에 선정되었다.

한국화학연구원은 다양한 기능을 갖는 코팅 박막 및 상용화를 위한 대면적 공정 기술 개발을 통해 기업의 기술 및 제품 개발을 지원함으로써 국내 기업의 신제품 개발 및 기술 경쟁력 확보에 기여하고자 한다.

**기술혁신**

Tech Issue 02는 글로벌 기술 트렌드 및 해외 유망 기술을 소개하기 위해 (주)스페이스점프와 협력하여 게재하고 있습니다.

## 식물로 바꾼 비즈니스 세상 '비거노믹스'

글. 이형민 대표  
(주)스페이스점프



전 세계에 걸쳐 '비거노믹스(Veganomics)' 열풍이 불고 있다. 비거노믹스는 채식주의자를 뜻하는 'Vegan'과 경제를 뜻하는 'Economics'를 합성해 만든 신조어로 '채식과 식물 원료를 활용한 산업' 전반을 의미한다. 특히 2019년 올해는 영국 이코노미스트가 '비건의 해'라고 발표한 것처럼 더욱 다양한 분야에서 비거노믹스 산업이 성장할 것으로 예상된다.

비거노믹스의 주 무대는 역시 식품업계다. 현재 비거노믹스가 세계인의 식탁에서부터 성장하고 있는 것을 확인할 수 있다. 오랜 세월 우리 인류의 주요 에너지원이자 혀를 즐겁게 해줬던 고기 대신 식물성 단백질을 이용해 고기와 같은 맛과 영양을 고루 갖춘 '인공육(식물성 고기)'이 출시돼 판매되고 있다. 2019년 5월 2일은 '비욘드 미트'가 미국 나스닥에 상장한 날이며, 동시에 첫 번째 날 주가가 163%나 뛰어 2000년 이후 나스닥 상장 최고의 기록을 세운 날이다. 비욘드 미트는 100% 식물성 햄버거 패티를 판매하는 스타트업이다. 이처럼 비욘드 미트와 같이 인공육을 판매하고 있는 기업들이 비거노믹스 산업을 주름잡고 있다.

시장조사업체 스태티스타에 따르면 전 세계 채식 시장은 2017년 10억 5천만 달러(약 1조 2,285억 원)에서 2025년에 16억 3천만 달러(약 1조 9,071억 원)로 성장할 것이라고 내다봤다. 국내 시장에서도 비거노믹스 열풍은 뜨거울 전망이다. 한국채식연합의 자료에 따르면 채식주의자가 이미 국내에 100만~150만 명이나 되는 것으로 파악되고 있으며, 채식 전문식당은 2010년 150여 곳에서 지난해 350여 곳으로 8년 만에 두 배 이상 증가했다. 또한 CU, 이마트 등 유통업체들은 채식주의자들을 위한 다양한 식품들을 더 확대해 출시하고 있으며, 오투기, 샘표 등 식품 제조업체들은 동물성 원료를 사용하지 않고 콩과 같은 식물성 원료로 만든 마요네즈나 장류 제품들을 출시해 소비자들로부터 큰 인기를 얻고 있다.

비거노믹스는 식품 시장에만 국한되지 않는다. 식습관이나 취향의 문제로 육식은 하되 일상에서 사용하는 제품만큼은 최대한 동물을 보호하는 방식으로 바꾸는 이들도 많다. 제품의 개발과 생산 과정에서 동물실험을 하지 않고 동물성 원료도 사용하지 않는 '크

루엘티 프리(Cruelty Free) 제품이 대표적이라고 할 수 있다. 실제로 식물성 원료만으로 만든 화장품과 뷰티 그리고 패브릭 관련 제품들의 소비가 증가하고 있다. 의류 업계에서는 가죽, 모피, 실크, 울 등 동물성 섬유 대신 인조가죽, 인조 모피 등 대안 원단을 사용한 브랜드가 주목받고 있으며, 이미 구찌, 아르마니, 캘빈클라인 등 유명 브랜드들도 모피 사용을 중단하고 식물성 천연재료를 활용한 상품을 출시하고 있다.

화장품 업계에서도 ‘비거니즘(Veganism)’이 확산되고 있다. 미국 시장조사업체 그랜드뷰리서치에 따르면 전 세계 비건 화장품 시장은 2016년부터 연평균 약 6.3% 성장하고 있다. 유기농 화장품 전문 브랜드 ‘닥터브로너스’의 매출은 1998년 400만 달러에서 지난해 1억 2,250만 달러로 20년 만에 30배 이상 급성장했다. 비건 화장품 업체 ‘아워글래스’는 지난해 “모든 제품을 2020년까지 100% 비건으로 내놓겠다”라고 밝히기도 했다. 립스틱 등 색조 화장품의 필수 원료인 구아닌은 생선 비늘에서 얻어야 하지만, 이를 식물성 원료로 교체하겠다는 복안이다.

전문가들은 향후 비거노믹스 시장이 지속해서 성장할 것으로 예상한다. 따라서 정부와 관련 업계는 이를 적극적으로 대응하고 준비해야 할 것이다. 해외 우수 업체들은 선도적 시장 확보와 기술 선점을 위해 투자를 늘리고 있다. 그러나 국내에서는 기업과 관련 연구기관의 적극적인 개발 모습과 시장 선점을 위한 노력을 찾아보기 힘들다. 대체 축산물 시장은 향후 지속적인 성장이 예상되는 만큼 기업들의 적극적인 기술 개발 및 투자가 필요하며, 정부는 이에 대한 지원 대책을 마련해야 한다.

### 실험실에서 만든 돼지고기 ‘옵니포크’

지금 비욘드 미트와 같이 인공육을 판매하고 있는 기업들이 푸드테크 산업을 주름잡고 있다. 인공육은 가공된 식물성 단백질이나 동물세포 배양을 통해 고기와 비슷한 맛과 식감을 재현한 대체 식품을 말한다. 그동안 우리는 ‘인공육’이라고 하면 미국을 먼저 떠올렸지만 최근 중국에서도 급성장하고 있는 인공육 관



련 스타트업이 있다. 바로 홍콩에 본사를 둔 ‘옵니포크(OmniPork)’라는 푸드테크 기업이 그 주인공이다.

옵니포크는 버섯과 콩을 원료로 인공 돼지고기를 만드는 기업이다. 옵니포크는 중국을 비롯한 아시아에서는 돼지고기 소비가 가장 많다는 것에 주목해 소고기 대신 돼지고기 대체식품을 개발하고 있다. 옵니포크의 인공육은 돼지고기와 비슷한 맛과 식감을 자랑하지만 지방은 86% 줄이고 콜레스테롤을 없애는 한편, 칼슘은 2.6배가 더 함유된 매우 건강한 고기식품이라고 홍보하고 있다.

옵니포크는 2018년 4월에 홍콩에 레스토랑을 열고 실제 자사 제품으로 요리한 음식들을 판매하고 있으며, 싱가포르, 대만, 태국 등에서는 인공육 자체를 100g당 15달러 정도에 판매하고 있다. 2018년 하반기에 중국 양돈업계가 아프리카 돼지 열병으로 타격을 입은 이후 2019년 5월부터 돼지 가격이 30% 이상 급상승하면서부터 돼지고기 대체식품으로 주목을 받기 시작했다.

중국은 한 해 5,500만 톤의 돼지를 소비하는 세계 최고의 돼지고기 소비 국가이다. 이들의 돼지고기 소비량의 10분의 1만이라도 인공육으로 대체될 수 있다면 아마도 그만큼 양돈농가도 감소할 수 있을 것이다. 양돈농가의 감소는 결국 지금보다 더 좋은 지구 환경으로의 회복을 의미하기 때문에 인공육은 지구와 인류를 더욱 건강하게 만드는 매우 친환경적이고 매우 지속 가능한 기술이 아닐 수 없다. 앞으로 국내에서도 인공육을 만드는 푸드테크 기업들이 꼭 탄생하길 간절히 기대해 본다.

## 100% 식물성 이불 ‘버피 브리즈’

우리가 마시는 커피 한 잔에 사용되는 물의 양은 얼마나 될까? 보통 200~300ml 정도라고 생각이 든다. 그러나 커피 한 잔을 만들기 위해 물은 실제로 132ℓ나 들어간다. 이것은 커피 원두의 재배와 생산 그리고 유통과 제품의 사용과 폐기에 이르기까지 사용된 물의 총 양을 모두 계산한 값 즉, ‘물 발자국(Water Footprint)’을 의미한다. 따라서 물 발자국은 우리가 일상생활에서 사용하는 제품의 생산, 소비에 이르기까지 얼마나 많은 양의 물이 필요한지를 나타내는 지표라고 할 수 있다.

최근 이 물 발자국을 줄일 수 있는 이불이 출시돼 화제다. 미국 신생기업 ‘버피(Buffy)’가 출시한 식물성 이불 ‘버피 브리즈(Buffy Breeze)’가 그 주인공이다. 일반적으로 이불도 커피처럼 엄청난 양의 물 발자국이 발생한다. 이는 이불과 같은 직물을 제조하는 과정을 들여다보면 더 쉽게 이해할 수 있다. 청바지 한 벌에 1만 4,700ℓ의 물이 소비된다는 보고와 같이 직물의 제조에는 많은 양의 물이 소비된다.

그래서 버피는 유칼립투스라는 목재 펄프를 사용한 100% 식물성 직물을 만들게 됐고, 이를 이불에 적용해 출시한 것이다. 따라서 버피는 이 이불이 매우 친환경적이며, 채식주의자들에게 적합한 비건 프렌들리(Vegan Friendly) 제품이라고 강조한다. 유칼립투스 섬유와 충전재는 면화보다 물을 10배 이상 적게 소비하기 때문에 물 발자국이 낮은 제품이며, 지금까지 버피는 이 이불의 판매를 통해 1억 갤런의 물을 절약할 수 있었다고 밝혔다.

버피 브리즈 이불은 부드럽고 통기성이 좋으며 온도 조절이 가능해 편안한 잠을 잘 수 있게 해준다. 이

는 유칼립투스 직물과 이불의 궁합이 얼마나 잘 맞는지를 알 수 있는 대목이다. 물 소비를 줄이는 비건 프렌들리 제품, 이제 국내에서도 많이 탄생하길 기대해 본다.

## 채식주의자들을 위한 한 끼 식사 ‘TYME’

타임은 뉴욕 맨해튼에 5개의 매장을 열고 100% 채식 도시락을 판매하고 있다. 투명한 원형 플라스틱 통에 담긴 한 끼 도시락의 가격은 10달러(약 11,500원)이다. 그렇다면 타임 도시락의 특징은 무엇일까? ‘맛과 영양’을 동시에 잡은 ‘맛있는 채식 도시락’이 가장 큰 특징이다. 타임은 ‘채식은 맛이 없다’는 편견을 과감하게 깼다.

그래서 육식만큼 맛있는 채식 도시락을 만들기 위해 다양한 재료들을 결합했다. 쌀과 흑미 또는 메밀국수와 같은 바탕에 다양한 채소들을 쌓아 올려 담았다. 무엇보다 타임은 ‘영양’을 절대 무시하지 않았다. 도시락 뚜껑에는 사용한 재료에 포함된 영양소들의 종류와 칼로리를 쉽게 확인할 수 있도록 그래프로 보여주고 있다.

타임은 블로그 포스트에서 “우리 미래의 식사는 채식이어야 하며, 고기만큼 맛있는 채식 문화를 널리 전파하는 것이 목표이다”라고 포부를 밝히고 있다. 소비자가 도시락을 다 먹은 후 플라스틱 용기를 다시 매장에 반납할 경우 타임으로부터 1달러를 선물로 받게 된다. 참고로 타임은 음식물 쓰레기를 모아 퇴비를 만드는 기관에 보내고 있다. 과연 타임 도시락은 얼마나 많은 사람의 입맛을 사로잡을 수 있을까? 그들의 바람대로 채식 문화가 얼마나 많이 전파될 수 있을까? 앞으로 타임의 행보를 계속 지켜보기 바란다. **기술혁신**



# 9월 회원지원 교육 프로그램

## 기술혁신 Part

과정명	일시	장소
정부 R&D 사업 · 과제 선정 평가 대응전략	9.3(화) 10:00~17:00	산기협 대강당(서울 양재동)
R&D 기획과 기획서 작성	9.17(화) 10:00~17:00	
신제품 기획과 개발프로세스	9.26(목) 10:00~17:00	
경영전략과 기술전략 수립	9.27(금) 10:00~17:00	

## 경영지원 Part

과정명	일시	장소
근로감독 대비 인사노무 체크포인트	9.5(목) 14:00~18:00	산기협 대강당(서울 양재동)
쉽게 배우는 마케팅	9.18(수) 10:00~17:00	
전략적 성과관리와 인사평가	9.19(목) 10:00~17:00	
사업 제안서분석 및 작성 스킬	9.24(화) 10:00~17:00	

## 재무세무 Part

과정명	일시	장소
연구개발비 및 정부출연금 세무회계처리 실무	9.4(수) 10:00~17:00	산기협 대강당(서울 양재동)
수출입 세무회계 실무	9.6(금) 10:00~17:00	

## 직무역량 Part

과정명	일시	장소
성과 Up 팀원 능력개발	9.10(화) 10:00~17:00	산기협 대강당(서울 양재동)
창조적 문제해결 및 의사결정 능력 향상	9.25(수) 10:00~17:00	

## 심화과정 Part

과정명	일시	장소	교육비
린 UX 디자인 기반의 인터페이스 기획 & 디자인 실무과정	9.2(월)~3(화) 09:00~18:00	산기협 L층 교육장 (서울 양재동)	회원사 30만 원, 비회원사 40만 원
제3차 신입(초급)연구원 R&D 핵심역량 강화교육	9.4(수)~6(금) 09:30~17:30		회원사 35만 원, 비회원사 50만 원
제2차 R&D부서 팀장 및 리더 역량강화 교육과정	9.17(화)~18(수) 09:30~18:00		회원사 25만 원, 비회원사 35만 원
제4차 고부가가치 센서개발과 응용 교육과정	9.19(목)~20(금) 09:30~18:00		회원사 25만 원, 비회원사 35만 원
2019년 제2차 연구개발회계 실무 심화교육	9.23(월)~25(수) 09:30~17:30		회원사 30만 원, 비회원사 45만 원
연구원을 위한 IP 포트폴리오 구축과 활용전략 심화과정	9.26(목)~27(금) 09:00~17:00		회원사 25만 원, 비회원사 35만 원
Rhino 3D를 활용한 3D모델링 실무과정	9.30(월)~10.1(화) 09:00~18:00		회원사 25만 원, 비회원사 35만 원

**| 신청방법 |** www.koita.or.kr 또는 한국산업기술진흥협회 App에서 교육신청

**| 문의처 |** 한국산업기술진흥협회 교육연수팀 TEL: 02-3460-9139



# 신기술 NET 인증 기술

신기술(NET, New Excellent Technology)인증은 산업통상자원부 국가기술표준원과 한국산업기술진흥협회가 운영하는 인증 제도로써 개발된 신기술의 상용화와 기술거래를 촉진하고자 도입되었다. 기업 및 연구기관, 대학 등에서 개발한 신기술을 조기 발굴하는 데 기여하고 있다. '신기술(NET)인증'을 받은 기술 가운데 기계·소재, 화학·생명, 건설·환경 분야의 기술을 소개한다.

## 엘지전자(주)



### 히트파이프 현열교환 방식을 이용한 제습 효율 향상 기술

인버터 제습기의 제습 부하 중 현열 부하를 별도로 제거하여 증발기에 입력되는 에너지를 절감하여 기기 전체의 효율을 증가시키는 기술이다. 히트파이프 열교환기를 적용, 별도의 에너지 투입 없이 현열부하를 제거한다.

#### 기술·경제적 파급효과

- ① 실제 제습이 발생하진 않지만 노점 온도까지 공기온도가 떨어지기 위해 필요한 현열 열교환 구간의 부하를 별도의 에너지 투입 없이 제거하는 기술
- ② 증발기 전후단의 온도 차이를 이용하여 히트파이프를 구동하고 이를 통해 유입되는 공기의 현열 부하를 증발기 후단으로 전달하여 에너지를 절감
- ③ 현열부하를 제거하여 효율을 향상시키고 공기축 차압이 증가하여 성능이 감소하는 것을 최적화하여 26% 수준의 에너지 절약 가능



부문	기계·소재		
주 생산품	가전제품	개발기간	2016년 9월 ~ 2017년 12월

## 평화정공(주) PHC



## 현대자동차(주)



### (공동)저소음 경량화를 위한 자동개폐 파워트렁크리드 시스템 기술

기존 모터가 장착된 고정 브래킷을 삭제하고 모터를 힌지에 장착하여 고정 부품 없이 각 링크의 상대 운동으로 트렁크를 개폐하는 구조이다. 메인암과 고정 브래킷의 기능을 1개의 부품으로 통합하여 부품수 축소를 통한 원가 및 중량을 절감할 수 있다.

#### 기술·경제적 파급효과

- ① 기존 2개의 모터로 잠금과 해제를 수행하는 구조를 단순화하여 1개의 모터로 잠금과 해제를 구현하고 액추에이터 삭제를 통한 원가 및 중량 절감
- ② 액추에이터 삭제를 통한 트렁크 룸 공간 증대 및 공수 축소를 통한 작업 효율 증대



부문	기계·소재		
주 생산품	자동차 도어무빙시스템	개발기간	2015년 5월 ~ 2016년 11월

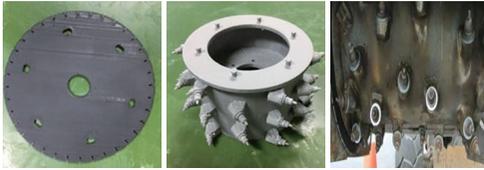
## 디티에스, 이든컴퍼니, (주)대박건설

### (공동)일체형 드럼블레이드를 이용한 포장도로 노면 파쇄·절단 기술

노면 커팅공정과 노면 파쇄공정을 하나의 공정으로 결합한 기술이다. 보수 대상 노면과 비보수 대상 노면과의 경계면이 정확하게 구분되어 커팅되고 보수 대상재료가 충분히 파쇄된다.

#### 기술·경제적 파급효과

- ① 노면(아스팔트) 포장 시 하중을 주었을 때, 재료분리 현상이나 하중이 분산되지 않고 포장재에 균일한 하중이 발생하여 밀도 높은 노면 공사가 가능한 기술
- ② 공사 기간과 공사 공정 단축으로 비용절감 가능



부문	기계·소재		
주 생산품	-	개발기간	2017년 3월 ~ 2018년 11월

## (주)엘지화학

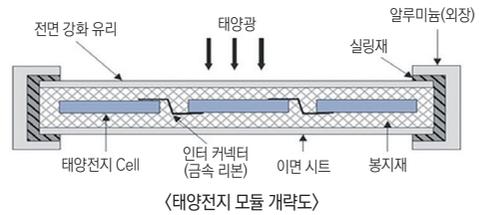


### 메탈로센계 촉매를 이용한 태양전지 봉지재용 폴리에틸렌/1-부텐 엘라스토머 제조 기술

고활성 메탈로센 촉매 개발을 통한 고절연성(>10<sup>15</sup>Ωcm) POE 제조 기술이다. POE 가교 특성(경쟁사 동등) 향상을 위한 고분자량 촉매 도입 및 수소 투입 공정을 통해 분자량 분포 저감 기술력을 확보하였다.

#### 기술·경제적 파급효과

(주)엘지화학 고유의 독자적인 고활성·고분자량 촉매 개발로 인해, 이온성 물질 함량 및 분자량 분포 저감 기술력을 확보하였고, 이로 인해 고절연성 및 우수한 가교 특성을 지닌 태양전지 봉지재용 POE 개발



(태양전지 모듈 개략도)

부문	화학·생명		
주 생산품	석유화학제품 등	개발기간	2017년 11월 ~ 2018년 12월

## (주)태창닛케이

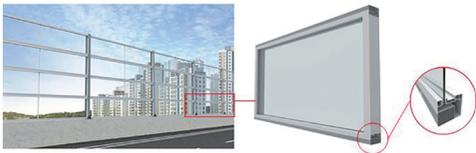


### 클립분리형 프레임 구조를 이용한 투명 흡음패널 제조 기술

투명 방음판에 차음성과 흡음성을 동시에 적용한 제조 기술이다. 투명 방음판에 흡음재를 사용하지 않고 공명 흡음블록을 이용해 우수한 흡음성능으로 소음저감 성능을 극대화했다. 복층으로 시공 시 고성능의 차음성을 발휘한다.

#### 기술·경제적 파급효과

- ① 프레임 간 결합구조를 단순화시켜 시공성 및 생산성을 향상시키며, 구조 보강 역할을 발휘하여 구조안정성 확보
- ② 간단히 프레임을 탈부착할 수 있는 구조로 투명 원판을 손쉽게 탈부착할 수 있는 경제적인 유지보수 시스템
- ③ 기밀성이 우수하여 소음 누출을 최소화하므로 차음성 손실을 방지하는 구조



부문	건설·환경		
주 생산품	소음방지시설 등	개발기간	2009년 3월 ~ 2017년 12월

## (주)엑시아머티리얼스



### 알루미늄 박판과 연속 유리섬유 강화 복합재료를 구성한 준불연·단열 패널 제조 기술

화재 안전성, 단열성능 및 시공성을 강화시키는 준불연 내외장 및 벽체용 경량 단열 패널 제조 기술이다. 샌드위치 패널 구조의 단열재 제조 기술로서, 불연소재인 연속상 유리섬유 직물로 강화되고, 이중 열반사 층으로 마감된 복합재료 스킨재와 탄소소재의 난연제가 첨가된 GPS(Graphite Poly-styrene)의 심재로 구성되어 있다.

#### 기술·경제적 파급효과

내구성과 친환경성, 내부식성을 가지는 본사의 복합재료 기술에 열융착 기술을 활용한 이중 열반사층의 적용 및 샌드위치 패널 라미네이션 기술의 복합화로 화재 안전성을 극대화하는 준불연 경량 단열 패널 제조 기술



부문	건설·환경		
주 생산품	기능성고분자 등	개발기간	2011년 1월 ~ 2018년 12월



# 신제품 NEP 인증 제품

신제품(NEP, New Excellent Product)인증은 산업통상자원부 국가기술표준원과 한국산업기술진흥협회가 운영하는 인증 제도로서 국내에서 최초로 개발된 기술 또는 이에 준하는 대체기술을 적용한 제품을 인증하여 제품의 초기 판로를 지원하고 기술개발을 촉진하고자 도입되었다.

NEP 인증마크를 부여받은 제품에 대하여 자금지원, 의무구매, 신용보증 등 각종 지원제도의 혜택을 제공하고 있다.

'신제품(NEP)인증'을 받은 제품 가운데 정보통신, 화학·생명, 건설·환경, 전기·전자 부문의 제품을 소개한다.

## (주)패스넷



### 스마트폰 화면차단 기능을 갖는 보행신호 음성안내 보조장치

비콘, 고주파 특정 주파수 등을 이용하여 횡단보도 보행자의 스마트폰 화면을 차단한다. 2채널 감지센서를 통해 보행자 유무 및 이동방향을 감지·판단하여 보행자 상황에 알맞은 안내음성을 송출한다.

#### 특징

보행자 스마트폰의 블루투스 활성·비활성 상황에 따른 스마트폰 화면차단 기술로, 스위치 기능으로 보행자의 상황에 알맞은 음성안내 송출로 보행자 혼란방지



부문	정보통신		
주 생산품	보행자 감지기	인증기간	2019년 6월 ~ 2022년 6월

## (주)카보엑스퍼트



### 사이클로덱스트린으로부터 PFTA 및 TmMT 효소를 이용하여 제조된 말토올리고당 표준품(중합도 3~15, 순도 80% 이상)

올리고당 정량 및 정성분석(MS, HPLC, MALDI-TOF)과 효소반응 연구에 활용되는 포도당중합도 3~15의 고순도 말토덱스트린 물질의 순도를 80~95%로 조절하는 시스템 설계·제작 기술이 적용되었다.

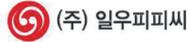
#### 특징

- ① PFTA를 이용하여 고순도 선형 말토올리고당(포도당중합도 6, 7 또는 8)을 생산하여 TmMT로 당전이 반응을 최적화하고 역상 크로마토그래피 컬럼과 RI-detector에 극성이 다른 용매 2가지를 분리·정제 최적화 기술을 통해 포도당중합도 2개의 크기 차이로 개별물질 고순도 분리
- ② 해외에서는 판매되지 않는 포도당중합 13(Maltotridecaose)에서 포도당중합도 15(Maltopentadecaose)까지 제조 가능



부문	화학·생명		
주 생산품	고순도 말토올리고당	인증기간	2019년 6월 ~ 2022년 6월

**(주)일우피피씨**

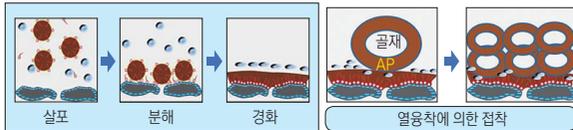


**규기계 부착방지제가 함유된 타이어 부착저감용 개질유화 아스팔트**

본 제품은 살포·양생된 후 공사차량 및 포설장비의 타이어에 부착 탈리되어 유제의 코팅막이 훼손되지 않는 타이어 부착저감용 유화 아스팔트이다.

**특징**

- ① 타이어에 부착현상을 저감하고 유제 코팅막을 보호하여 도로의 내구성과 유지보수 비용 개선
- ② 아스팔트 포장층 간의 접착을 위한 프라이머 및 텍코트 용도로 사용 가능



부문	건설·환경		
주 생산품	유화아스팔트	인증기간	2019년 6월 ~ 2022년 6월

**(주)광운기술**



**(연장)요철구조와 무기난연제를 이용한 전력케이블 차화커버(외경 합계 150mm 이상)**

화재보호용 요철구조(돌기구조)와 통기구조를 통해 발열로 인한 기능저하, 발화원의 폭발 및 연속 화재로부터 케이블의 손상을 방지하여 안정적인 전기 공급 및 설비 운용이 가능하도록 하는 차화커버이다.

**특징**

- ① 평상시 효율저하 방지를 위해 요철구조 및 통기구조가 열을 방출하는 방열 구조 형성
- ② 화재 시 구조 보강재와 요철구조가 상호 팽창(결합)하여 통기구조를 1차적으로 급속히 폐쇄하고 무기 난연제 산화물과 용접 강화제의 결합을 통해 2차적으로 장시간 화재를 차단



부문	건설·환경		
주 생산품	차화커버	인증기간	2019년 8월 ~ 2022년 8월

**(주)한아테크**

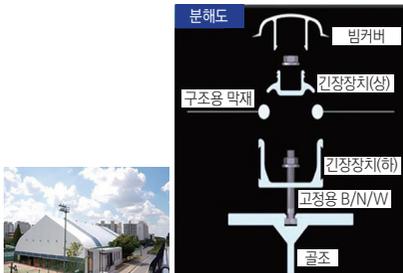


**(연장)긴장장치 홈에 삽입된 고정용 볼트·너트를 이용한 재긴장 장치를 갖는 골조 막구조물**

막재의 탈착 편의성 및 장력조절(재긴장) 기능을 갖춘 재긴장 장치가 포함되었다. 구조물 내부의 누수유입을 막기 위한 1, 2차 누수방지 구조 및 기존 제품 대비 설치 공정이 단순화된 간단한 이중막구조로 설치되었다.

**특징**

- ① 막재설치 시 긴장장치를 이용한 장력조절로 주름과 플러터링 방지
- ② 막재의 재긴장 기능으로 구조물의 사용수명 연장 및 사용성 향상
- ③ 누수방지용 빗커버(1차)와 누수방지 구조(2차)로 구조물 내부의 누수유입 차단



부문	건설·환경		
주 생산품	막구조물	인증기간	2019년 6월 ~ 2022년 6월

**(주)거동기업**

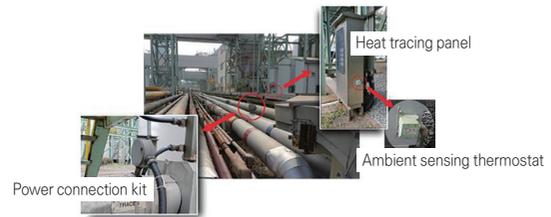


**(연장)WiPC-100, WiMC-100, WiLC-100, WiTC-100로 구성된 확장 지그비 통신이 적용된 발전소 동결방지설비의 통합 감시 제어장치**

기존 발전소 동결방지설비 대비 70% 이상의 전력사용량을 절감하고 신규 무선 모니터링 기술이 적용되었다. 발전소당 1,500~2,000개 포인트에 달하는 동결방지설비 통합제어 기술이 적용되었다.

**특징**

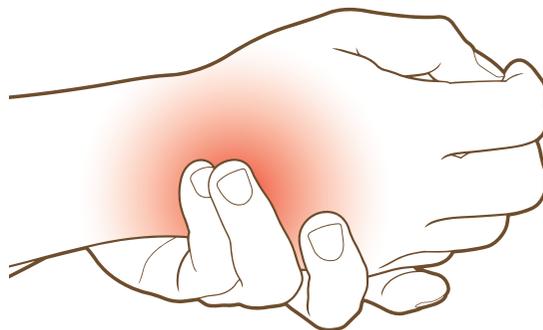
- ① 대기온도에 의한 일괄 On/Off 방식을 각 포인트별 개별 On/Off 방식으로 개선하여 기존 설비 대비 전력사용량을 70% 이상 절감
- ② 히팅케이블의 동작상태 등 WiPC(Wireless network Power Control unit)에서 측정된 각종 데이터의 모니터링 및 레포팅 기능 구현



부문	전기·전자		
주 생산품	히팅케이블, 무선원격감시 제어장치	인증기간	2019년 6월 ~ 2022년 6월

R&D 나침반은 최신 과학기술의 이슈와 트렌드를 소개합니다.

# '명절증후군', 한의학으로 다스린다



민족 고유의 명절인 추석. 고향을 찾아 가족과 친척, 멀리 떨어져 지낸 친구들을 만날 생각에 마음이 들뜨지만, 마냥 설렘 수만은 없다. 이를테면 여성은 차례상 준비와 명절 음식장만, 손님 맞이 등 강도 높은 가사일로 허리·무릎 등 관절 통증과 스트레스를 받는다. 남성은 귀성·귀경길 고속도로 정체로 장시간 운전하면서 어깨와 허리, 발목 등에 근육통을 호소한다. 누구나 한번쯤 들어본 이른바 '명절증후군'에 시달리는 것이다.

명절증후군이란 명절 전후로 두통과 신경통, 근골격계 질환, 소화불량, 어지럼증, 부종, 감기 증상을 앓는 경우를 말한다. 하지만 최근 들어서는 심한 만성 피로, 우울증, 불면증 등 정신적 피로가 만들어내는 스트레스도 포함하는 말이 됐다. 명절증후군을 겪는 대상도 주로 가사노동을 많이 하는 주부였다면 지금은 미취업자, 미혼자 등으로 그 범위가 확대되는 추세다.



## 주부들에게 많이 나타나는 손목터널증후군

명절증후군의 대표적 질병으로 손목터널증후군을 들 수 있다. 컴퓨터를 많이 사용하는 현대인 등 손목을 많이 사용하는 사람들에게서 주로 나타나는데, 실 새 없이 음식을 만들었던 주부들이 명절이 지난 후 이런 증상을 많이 호소한다고 한다.

손목터널증후군은 팔목터널이 좁아져 신경을 압박하면서 손바닥에 이상 증세가 나타난다. 팔목터널은 손목 앞쪽 부분의 피부 조직 밑에 손목을 이루는 뼈와 인대들에 의해 만들어져 있는 작은 통로로 여러 개의 힘줄과 손바닥으로 이어진 신경이 있는 곳이다.

전문의에 따르면 처음에는 손가락과 손바닥의 엄지쪽 반 정도가 저리고 감각이 둔해진다. 이런 상태를 방치하면 손바닥 전체로 증상이 번진다. 밤중에 손이 저려 잠을 설치는 경우도 자주 발생한다.

손목터널증후군의 자가진단법은 우선 손목을 뒤로 젖히고 손목과 손바닥이 만나는 부위를 톡톡 쳐본다. 이때 엄지, 검지, 중지 끝에 전기 자극이 오듯 짜릿한 통증이 있는지 확인한다. 처음 3~4번 두드렸을 때 통증이 느껴진다면 손목터널증후군을 의심해 봐야 한다. 손등을 마주 대고 90도로 손목을 꺾어 손가락이 저리다면 이 또한 손목터널증후군 의심 증상이다.

## 추석 전후 화병·대상포진 환자 증가

'화병(火病)'과 '대상포진'도 대표적 명절증후군에 속한다. 먼저 화병은 속이 답답하고 울컥 화가 치밀어올라 '울화병'이라고도

부른다. 한국인만의 독특한 질병으로 알려져 있다. ‘참는 게 미덕’인 한국 특유의 문화 등에서 비롯됐다는 얘기가 전해지며, 정확한 원인은 아직 파악되지 않았다. 미국 정신의학회도 화병을 우리 발음대로 ‘Hwa-byung’이라고 표기하고 있다. 화병은 답답함과 무기력함, 가슴 두근거림, 온몸이 쑤시는 증상 등이 나타난다. 매년 추석 전후인 9월에 화병으로 한방 병원을 찾는 환자 수가 연중 최고치를 기록한다. 이 분야 전문가들은 “화병은 특별한 외상이 나타나지 않아 방치하기 쉽지만 증상이 반복되거나 악화되면 심각한 우울증 등을 야기할 수 있다”며 “명절 때에 가사노동이 편향되지 않도록 하고, 아무리 가족이라도 지나치게 사적인 질문은 삼가는 게 좋다”고 조언한다.

명절에 평소보다 가사 노동 강도가 높고, 장거리 운전, 정신적 스트레스 등으로 피로해지면 대상포진이 나타날 수 있는 신체 상태가 돼 주위가 요구된다. 만일 평소보다 과로한 후 특정 부위에 화끈거림, 따끔함, 가려움, 육신거림 등이 느껴진다면 물집 등이 생겼는지를 면밀히 살펴봐야 한다.

대상포진은 폐경으로 면역력이 떨어진 50대 여성의 발병률이 가장 높다. 건강보험심사평가원이 조사한 대상포진 진료 환자(71만 1,442명, 2017년)를 연령별로 분류하면 30대가 12.1%, 40대가 16.3%, 50대가 25.2%, 60대가 20%로 나타났다. 성별로는 여성(60.9%)이 남성(39.1%)보다 약 1.5배 많다. 대상포진은 물집이 생긴 후 72시간 이내에 치료를 시작하는 게 좋다.

### 과식으로 속이 더부룩할 때 중완혈 지압 도움돼

명절에 음식을 먹다보면 과식을 하기 쉬운 데, 자칫 배가 불러오고 더부룩해지며 답답해지는 ‘식상증’에 걸릴 수 있어 주의가 요구된다. 식상증은 음식이 소화되지 않고 명치 밑에 머물러 답답한 상황을 말한다. 입맛이 없어 먹지 못하고 신트림을 하면서 때때로 배가 아프고, 구토를 일으키며 설사를 한다. 또 열이 나고 두통을 동반하기도 한다.

식상증이 느껴질 때는 몸을 따뜻하게 하고 위장 기능을 도와주는 찹쌀이나 무, 호박, 감자, 양배추, 브로콜리, 마 등으로 식사를 하는 것이 좋다. 또 배꼽과 명치 사이인 중완혈과 손등에서 엄지와 검지의 뿌리 뼈가 만나는 합곡혈을 지압해주는 것도 위장 기능 개선에 도움이 된다.

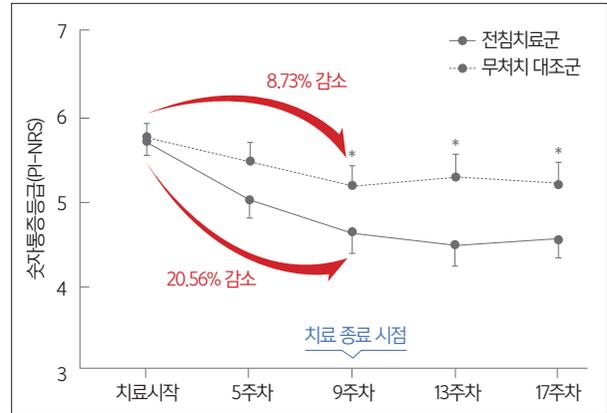


그림 1. 전침치료군과 무처치 대조군의 숫자통증등급(PI-NRS) 변화

### 만성피로, 근골격계 질환에 ‘침·뜸’ 효과적

한의학계는 효과적인 치료법으로 ‘침·뜸’을 추천한다. 뜸 치료의 경우, 관절염에 효과가 있는 것으로 알려진 족리, 독비, 양구, 음릉천, 내술안, 혈해 총 6군데 혈자리에 치료를 실시한다. 뜸 치료는 무릎 관절염에 25.6% 개선효과가 있는 것으로 나타났다. 이어 한의학계는 명절 후 만성피로의 경우 침 치료를 권한다. 한의학연에 따르면 만성피로 환자를 대상으로 백회, 풍지, 대저, 폐수, 심수, 간수, 비수, 신수 8군데 혈자리에 침 치료를 실시한 임상연구에서 침 치료가 피로도를 약 27.6% 개선시켰다. 병원을 찾을 정도로 증상이 심각하지 않을 경우 앞서 언급한 것처럼 효과가 밝혀진 혈자리를 평소에 지압해준다면 통증이나 피로를 개선시키는 데 도움이 될 수 있다.

침과 뜸 시술 효과에 대해 반신반의하는 사람들이 많다. 한의학연에 따르면 최근 침·뜸 등의 전통 한방치료 효능은 과학적·통계적으로 입증되고 있다. 올림픽 등 국가대표팀의 부상을 완회시킨 한의학 치료 사례가 국제저널에 발표되는 등 무릎, 허리, 발목 등 근골격계 질환에 침·뜸 치료가 효과적임이 학술 연구를 통해 규명되고 있다. 한의학연에 따르면 전침 치료를 받은 환자들은 주로 다리와 발 부위의 혈자리인 족삼리, 현종, 음릉천, 삼음교, 태충, 족임읍 등에 받았으며, 치료 전보다 통증이 20.56% 개선 효과를 봤다. 관계자는 “치료를 받지 않은 대조군보다 약 2배 이상 통증 감소 효과를 보였다”고 설명했다.

한편 지난 5월 25일 세계보건기구(WHO)도 국제질병분류체계를 개정하면서 최초로 전통의학(한의학)을 포함시켜 그 가치를 세계적으로 공식 인정했다. **기술·혁신**

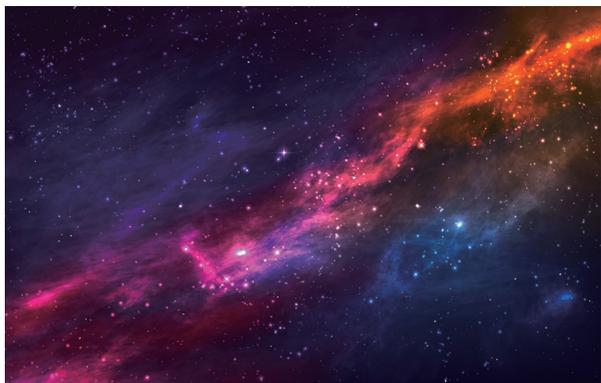
아트 & 사이언스는 음악, 미술, 건축, 조형물 등 예술 속에 숨어 있는 과학기술들에 대해 살펴봅니다.

# 70억 개 별이 반짝반짝 BTS의 <소우주>

미항공우주국 NASA는 달 탐사를 할 때 우주인들에게 노래를 들려준다. 이 노래 목록을 'NASA 문 튠스(Moon Tunes)'라고 하는데, 지난 6월 선정된 목록에는 BTS의 노래 중 세 곡이 선정되었다고 발표했다. BTS의 노래가 선정된 것은 그들의 인기 때문이기도 하겠지만 노래들이 우주를 소재로 하고 있다는 것이 주된 이유다. <소우주>, <문 차일드>, <134340>은 우주와 인간의 삶을 적절하게 연결 지은 좋은 노래들이다. 그렇다면 BTS가 노래한 <소우주>는 우주와 어떤 관련이 있는 것일까?

## 우리는 그 자체로 빛나

BTS 팬들의 입장에서는 그들의 노래 중 어느 한 곡이라도 좋지 않은 곡이 없었지만 특히 몇 곡은 과학적인 관점에서도 좋은 점수를 줄 수밖에 없다. 과거에는 '우리 만남이 우연이 아니야~'라고 말하며 서로의 운명적 사랑을 노래했다. 하지만 BTS는 우주의 탄생에서부터 DNA가 생겨나 서로 만나기까지 138억 년의 시간을 거슬러 올라간다. 시공간을 초월한 광대한 스케일의 운



명적 사랑을 노래한 것이 <DNA>다. <134340>은 소재 자체를 아예 천문학 사건에서 따왔다. 명왕성이라는 이름의 행성에서 퇴출되어 134340플루토라는 왜소행성으로 된 것을 연인과 이별과 결부시켜 노래하고 있는 것이다.

천문학과 관련지어 삶과 인생을 노래하는 <소우주>도 마찬가지다. 별이 가득한 우주를 배경으로 인간의 삶을 노래하는 이 곡은 단순히 인간의 삶이 밤하늘의 별처럼 반짝인다는 의미 이상의 호소력을 지닌다. 실제로 별과 사람은 여러 가지로 닮은 면이 많다는 것을 알고 지은 듯이 보인다. 태어나서 먹고 호흡하다가 수명을 다하면 죽는 인간처럼 별도 같은 과정을 거친다. 우주 공간에서 성간 물질이 중력으로 수축하여 핵융합을 시작하면 빛을 내며 탄생하는 별. 이 별은 연료가 소진되어 폭발하며 최후를 맞이한다. 하늘의 별이 영원히 빛날 것처럼 보이지만 그건 인간의 관점일 뿐 별도 사람처럼 수명을 지니고 있다. 별의 수명은 사람의 수명과 단위가 다를 뿐이다. 사람의 수명 단위가 '년'이라면 별은 '억년'이라는 것. 절반의 인생을 산 46억 살의 태양은 왕성한 활동을 하다가 앞으로 50억 년 후에는 그 생을 마감할 것이다. 하지만 어떤 별은 1억 년도 안 되는 굵고 짧은 삶을 살다가기도 한다. 질량이 커서 밝게 빛날수록 별의 수명은 짧고 초신성이 되어 마지막을 화려하게 수놓고 사라진다.

'어떤 빛은 아망, 어떤 빛은 방향'이라는 가사처럼 별빛도 제각각이다. 사람이 저마다 개성이 있듯이 별도 저마다의 특성을 지니고 있다. 망원경이 없었던 시절에는 단지 눈에 보이는 대로 별의 밝기만으로 구분했다. 그리고 필터를 사용한 색지수가 등장하면서 별을 온도에 따라 구분할 수 있게 되었다. 재미있는 것은 별의 색 온도는 우리의 일반적인 온도감각과 달리 푸른 별이 붉은 별보다 더 뜨겁다는 것이다. 또한 1823년 독일의 물리학자 프라운호퍼가 분광기를 이용해 별빛의 스펙트럼을 분석하면서 별이 무엇으로 이루어졌는지 알려졌다. 별빛을 통해 별의 특성을 알 수 있는 것이다.

## 각자의 방 각자의 별에서

어두운 밤 외롭게 지내는 사람들처럼 칠흑 같은 어두운 밤에 홀

로 반짝이는 별도 있다. 하지만 대부분의 사람들이 다른 사람과 함께 모여 살 듯 별도 공통의 질량 중심 주위를 서로 공전하며 함께 지낸다. 이를 쌍성(Binary star)이라고 부른다. 물론 가깝게 보이는 이중성이라고 하더라도 모두 쌍성은 아니다. 쌍성이 되려면 중력의 법칙에 의해 서로 묶어서 영향을 주어야 한다. 지구에서 볼 때 쌍성처럼 보이지만 실제로는 멀리 떨어져 있는 별들을 광학적(겉보기) 쌍성이라 한다. 홀로 외롭게 지내는 사람처럼 태양계는 항성이 하나뿐인 외톨이 항성계다. 인간사회에서 함께 지내는 사람이 많듯이 항성계도 외톨이보다는 쌍성이나 삼중성, 다중성 등 다양한 숫자의 별이 모인 항성계가 더 많다. 별을 관측할 때 쌍성을 찾아내는 것은 단지 호기심 때문이 아니다. 쌍성이 중력에 의해 서로에게 주는 영향을 보면 별의 질량을 알 수 있기 때문이다.

사회에서도 ‘보이지 않는 실세’가 존재하듯 보이지 않지만 막강한 영향력을 행사하는 블랙홀과 같은 별도 있다. 블랙홀은 아예 빛을 방출하지 않고, 퀘이사(항성은 아님)와 같은 별은 강력한 전파를 발산한다. 과거 우리 눈에 보이는 빛만 별빛이라고 부른 데서 별은 반짝반짝 빛나야 한다고 생각하지만 천체관측 기술이 발달하면서 이제는 눈에 보이지 않는 별빛도 볼 수 있게 되었고 다양한 별이 존재한다는 것을 알게 되었다. 이렇게 새로운 관측기준으로 본다면 인간도 별이다. 우주에서 인간은 36.5°C의 적외선을 방출하는 복사체로 보일 것이다. 따라서 ‘우린 빛나고 있네’라고 표현하는 것이 과학적으로 이상할 것이 없으며, 밤하늘에 별이 빛나듯 지구에도 70억 개의 별이 빛나고 있다고 할 수 있는 것이다.

### 가장 깊은 밤에 더 빛나는 별빛

‘별이 뜬다’라고 표현하지만 사실 별은 뜨지 않는다. 오랜 세월 동안 인류는 별이 뜬다고 여겼지만 별은 항상 그 자리에 있다. 별이 뜨고 지는 일주운동을 하는 이유는 지구가 자전하기 때문이다. 지구의 자전으로 별이 뜨고 지는 것처럼 보일 뿐 별은 움직이지 않는다. 물론 자전만 고려한다면 낮에는 밤과 다른 별이 보여야 하지만 낮에는 별이 보이지 않는다. 강한 태양 빛이 대기에 산란되어 별이 보이지 않는 것이다. 깊은 밤에 별이 더 빛나는 이유도 마찬가지로 대기에 의한 빛의 산란이 줄어들면 별이 더 잘 보이기 때문이다. 그래서 대기가 없는 달에는 지구와 달리 낮에도 별을 볼 수 있다.



밤하늘은 어둡고, 한밤중에는 더 어둡다. 밤에는 태양이 없으니 당연한 것 아니냐고 여길지 모르지만 독일의 의사이자 천문학자인 하인리히 올베르스의 생각은 달랐다. 별빛도 많이 모이면 결국 밝아야 하지 않느냐는 것이다. 나무가 뻗뻗하게 들어차 있는 숲을 보면 빈 공간을 찾을 수 없는 것처럼 별이 무한하게 많다면 어느 공간을 향하더라도 별과 만나게 되므로 결국 밤하늘은 밝아야 한다. 별의 밝기는 거리의 제곱에 반비례해서 어두워지지만 별의 숫자는 거리의 제곱에 비례하여 증가하므로 밤하늘은 별빛으로 가득해야 한다는 것이 ‘올베르스의 역설(Olbers’ Paradox)’이다. 한동안 천문학자들의 머리를 아프게 만들었던 이 역설은 우주가 팽창하고 있다는 사실이 알려지면서 해결되었다. 올베르스의 가정과 달리 우주가 무한하지 않으며 팽창하고 있어 밤하늘이 어둡다는 것이다.

BTS의 <소우주>는 천문학에서 사용하는 우주의 구조 중 한 단계를 나타내는 말은 아니다. 우주를 대우주(Macro cosmos)라고 한다면 인간을 소우주(Mikrokosmos)라고 하는 비유적인 의미를 사용한 것이다. BTS의 소우주가 철학적인 의미일 뿐이라고 하더라도 별을 배경하는 그들의 뮤직비디오를 보면 별과 인간이 정말 닮았다는 생각을 할 수밖에 없다. **[기술혁신]**

2019년 7월말 현재

(단위: 개소, 명)

개관	구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019.07
	연구소수	24,291	25,860	28,771	32,167	35,288	37,631	39,313	40,399	40,916
	중소기업	22,876	24,243	27,154	30,478	33,647	36,026	37,696	38,734	39,101
	연구원수	257,510	271,063	287,989	302,486	312,466	320,201	329,938	335,882	339,662
	중소기업	147,406	146,833	155,580	163,887	176,084	184,998	190,686	193,724	193,189

(단위: 명)

학위별 연구원	구분	박사	석사	학사	전문학사	기타	총계
	연구원수	20,843	87,103	194,418	30,255	7,043	339,662
	중소기업	7,525	36,075	112,911	29,730	6,948	193,189

(단위: 개소, 명)

지역별	구분	수도권				중부권						제주
		서울	인천	경기	소계	대전	세종	충남	충북	강원	소계	
	연구소수	11,744	1,879	12,810	26,433	1,561	157	1,487	1,240	501	4,946	171
	중소기업	11,407	1,794	12,169	25,370	1,490	141	1,364	1,152	487	4,634	168
	연구원수	84,802	14,318	141,843	240,963	16,138	1,311	12,535	8,098	2,361	40,443	658
	중소기업	59,320	8,172	64,988	132,480	7,879	621	6,672	5,470	2,087	22,729	611

구분	영남권						호남권				해외(기타)	총계
	부산	울산	경남	대구	경북	소계	광주	전남	전북	소계		
연구소수	1,729	552	1,938	1,357	1,440	7,016	749	669	922	2,340	10	40,916
중소기업	1,681	492	1,817	1,315	1,355	6,660	734	644	889	2,267	2	39,101
연구원수	8,394	4,453	16,141	7,216	10,517	46,721	3,398	2,810	4,482	10,690	187	339,662
중소기업	7,360	2,003	8,005	5,574	5,658	28,600	2,963	2,313	3,482	8,758	11	193,189

(단위: 개소)

형태별	구분	건물전체	독립공간	분리구역	총계
	연구소수	417	33,074	7,425	40,916
	중소기업	208	31,468	7,425	39,101

(단위: 개소)

면적별	구분	30m <sup>2</sup> 이하	30~100m <sup>2</sup>	100~500m <sup>2</sup>	500~1,000m <sup>2</sup>	1,000~3,000m <sup>2</sup>	3,000m <sup>2</sup> 초과	총계
	연구소수	16,455	13,466	8,740	1,121	720	414	40,916
	중소기업	16,450	13,333	8,188	774	322	34	39,101

(단위: 개소)

연구원 규모별	구분	2~4인	5~9인	10~49인	50~300인	301인 이상	총계
	연구소수	25,851	11,048	3,383	542	92	40,916
	중소기업	25,851	10,739	2,353	157	1	39,101

기업연구소는 「기초연구 진흥 및 기술개발 지원에 관한 법률」에 따라 한국산업기술진흥협회로부터 설립인정을 받은 연구소입니다.

(단위: 개소, 명)

분야별 과학기술

구분	건설	금속	기계	생명과학	섬유	소재
연구소수	1,206	1,725	6,301	1,473	336	1,231
중소기업	1,141	1,641	5,898	1,404	314	1,151
연구원수	5,433	9,108	61,391	13,201	1,689	7,816
중소기업	4,129	6,202	27,310	9,215	1,241	4,997

구분	식품	전기·전자	화학	환경	산업디자인	기타	총계
연구소수	1,222	9,018	2,786	956	2,376	3,084	31,712
중소기업	1,147	8,608	2,481	941	2,329	2,999	30,052
연구원수	6,964	117,094	29,331	3,707	12,435	15,887	284,048
중소기업	4,620	48,583	13,773	3,547	9,696	11,670	144,975

(단위: 개소, 명)

분야별 지식 서비스

구분	소매	정보서비스	시장조사	경영컨설팅	공학(엔지니어링)	위생산업	SW 개발·공급	의료 및 보건	교육기관
연구소수	155	745	20	169	1,329	22	5,406	89	156
중소기업	154	730	19	169	1,292	21	5,316	88	154
연구원수	591	4,526	106	571	7,134	98	37,222	485	668
중소기업	576	4,059	71	571	6,150	82	31,498	477	638

구분	문화 및 사업서비스	출판업	영화 및 오디오 기록물 제작업	부가통신업	광고업	창작 및 예술 관련 서비스업	운수 및 창고	방송	금융 및 보험	총계
연구소수	334	142	178	12	388	46	10	0	1	9,202
중소기업	330	140	178	11	388	46	10	0	1	9,047
연구원수	1,224	783	585	59	1,368	150	34	0	2	55,606
중소기업	1,178	724	585	43	1,368	150	34	0	2	48,206

주 1: "연구원"은 연구전담요원을 가리킴(연구보조원과 관리직원은 제외함)  
 주 2: "중소기업"은 대기업과 중견기업을 제외한 기업을 가리킴

R&D 브리핑

## 현장 맞춤형 미세먼지 원인 규명과 저감 실증 추진

과학기술정보통신부는 과학적 근거 기반의 미세먼지 대응을 위하여 「현장 맞춤형 미세먼지 영향 규명 및 실증」을 본격 추진한다고 밝혔다.

먼저 그동안 많은 미세먼지를 배출함에도 실효적인 저감 조치가 부족했던 특수 장비, 노후 소각장 등 배출원에 대한 맞춤형 미세먼지 저감장치 개발에 3년간 총 250억 원을 투자한다. 실효성 있는 미세먼지 저감장치 개발·실증을 위하여 지자체·사용자 등이 참여하는 리빙랩 방식의 실증을 추진할 예정이다. 이를 통해 그동안 저감조치가 어려웠던 배출원에 대해 차세대 신기술을 개발·실증하여 실효적

인 미세먼지 저감에 기여할 것으로 기대된다.

다음으로 사업장·항만 등 미세먼지 발생 원인이 다양하고 종합적인 분석이 필요하다는 점을 고려해 현장 맞춤형 미세먼지 원인 규명 및 영향도 분석 고도화를 위해 약 3년간 총 200억 원을 투자한다. 이를 통해 미세먼지 주요 발생원 별 배출량 및 영향도 등을 산정하기 위한 방법론 등을 제시하고 권역별 미세먼지 관리에 활용할 것으로 기대된다.

▶ 문의처: 과학기술정보통신부 국민생활연구팀 김의중 사무관 (044-202-4636)



## 대한민국 엔지니어상(8월)

### 맵 클라우드 기반 실내 자율주행 서비스 로봇 및 브레인리스 로봇 기술 개발



석상욱 대표이사  
네이버랩스(주)

석상욱 대표이사는 맵 클라우드 기반의 실내 자율주행 서비스 로봇과 5세대 이동통신 기술을 활용한 브레인리스 로봇 기술을 개발하여 우리나라 로봇 산업 발전에 기여한 공로가 인정되어 수상자로 선정되었다.

석상욱 대표이사는 네이버의 로보틱스, 인공지능, 자율주행 등 미래기술 분야의 고도화를 주도하고 있다. 매사추세츠공과대학교 박사 과정 중 로봇 연구 등으로 큰 주목을 받았으며, 현재는 네이버랩스에서 다양한 미래 기술을 융합하여 사람들에게 자연스럽게 정보와 서비스를 제공하는 기술 플랫폼 대중화에 집중하고 있다. 특히 2015년 9월 네이버 합류 이후 40건 이상의 특허를 출원하며 네이버의 로보틱스 연구를 주도해 왔다. 기존 로봇 연구와의 차별점은 철저히 실제 삶의 공간에서 사람들에게 직접 정보와 서비스를 제공할 수 있는 로봇 기술에 집중하고 있다는 점이다.

대규모 실내 공간의 고정밀 지도를 스스로 제작할 수 있는 로봇이 제작한 지도를 기반으로 비싼 레이저스캐너 없이도 스스로 자율주행을 하며 서비스를 제공하는 로봇 '어라운드 (AROUND)', 웨어러블 힘 증강 로봇 기술을 응용해 누구나 쉽고 안전하게 짐을 운반할 수 있도록 도와주는 '에어카트(AIRCART)' 등이 석상욱 대표이사의 주도로 개발된 로봇이다. 특히 에어카트 기술의 특허와 설계를 국내 중소기업 및 기관에 무상으로 배포하여 로봇 기술 대중화 확산에 노력을 기울이기도 했다.

또한 세계 최초로 5세대 이동통신 기술브레인리스 로봇 제어에 성공한 로봇팔 '앰비덱스 (AMBIDEX)'는 국제전자제품박람회(CES) 혁신상을 수상하는 등 수많은 미디어와 기업들의 관심을 받기도 했으며, 이 기술을 기반으로 현재 가장 큰 화두가 되는 5세대 이동통신 기술이 적용된 로보틱스 연구에 집중하고 있다.

### 제약 및 화장품용기 분야의 디자인, 금형, 제품생산 기술 상용화



박규수 대표이사  
(주)대경피앤씨

박규수 대표이사는 제약 및 화장품용기 분야의 연구개발을 통해 디자인, 금형, 제품생산 기술을 상용화하여 우리나라 자체 용기개발 및 생산 수출발전에 기여한 공로가 인정되어 수상자로 선정되었다.

박규수 대표이사는 2007년 화장품 및 제약용기 분야의 연구개발을 시작하였으나 용기 분야 설계 및 분석 기술의 부족으로 어려움을 겪었다. 박 대표이사는 국내외 전시회 참가와 화장품 제조사와의 끊임없는 소통을 통하여 소비자의 니즈를 파악하고 화장품 제조회사의 요구사항에 대한 분석을 통해 용기 분야 설계 및 분석 기술의 기반을 닦았다.

이러한 어려움을 극복하고 시도된 자외선차단기, 윈클에어 삼푸용기, 마스크 팩용, 의료용 기 캡 등의 맞춤형 제작은 품질로는 인정받았으나 사용자의 요구사항을 100% 만족시키는 것에 한계가 있었다.

이에 박규수 대표이사는 사용의 편리성을 기반으로 한 용기 설계 기술과 정량적으로 용기를 조립하고 평가할 수 있는 기술, 각종 용기의 성능과 치수 측정 결과를 분석하여 문제점을 도출하고 미세 조정을 통하여 용기 성능을 고객만족 수준까지 확보할 수 있는 보정 기술의 확보를 통하여 국내 최초로 화장품 및 제약용기 분야의 미세한 결함을 확인할 수 있는 국내 최고 수준의 기술 개발을 통해 용기 기술 선진화의 기반을 확보하는 데 기여했다.

박규수 대표이사는 앞으로도 국내 기술이 세계 최고 수준까지 향상될 수 있도록 연구개발 활동에 지속적으로 매진할 예정이며, 또한 화장품 및 제약용기 분야에서 고객의 니즈에 맞는 설계 기술, 조립 및 사용편의성 그리고 금형개발까지 패키지 기술 등의 핵심요소 기술 및 노하우를 국내에 전파하여 한국의 화장품 및 제약용기 분야에서 국제 경쟁력 강화 등의 선진화를 위해 꾸준히 노력할 예정이다.

IR52 장영실상은 기업에서 개발한 우수 신기술 제품을 선정하고, 신제품 개발에 공헌한 연구개발자에게 연 52회 시상하는 국내 최고의 산업기술상입니다.



# IR52 장영실상(제29주~32주)

## 29주 응진고분자(주)

### 로봇을 이용한 비굴착 하수관로 유지보수 시스템

응진고분자(주) 김광선 연구소장, 유재성 부장, 김태경 과장이 개발한 하수관로 보수



시스템은 지수재 충전공법으로 비굴착 하수관로 보수공법의 완성을 실현하였습니다. 지수재 충전공법은 모든 하수관로에 사용이 가능하며, 지수재 충전으로 하수관로 누수를 원천적으로 차단, 관 외부 토양의 공극을 메워줄 수 있어 지반 함몰의 위험을 예방할 수 있는 기술입니다. 또한 불명수를 원천적으로 차단하여 막대한 수처리 비용을 절감할 수 있습니다.

## 30주 LG전자(주)

### R32 냉매를 이용한 냉온수용 공기열원 히트펌프

LG전자(주) 신정섭 책임연구원, 김동춘 책임연구원, 표순재 선임연구원, 오승택 책임연구원이 개발한 본 제품은 히트펌프



를 이용해서 냉온수를 생산하여 거주 공간에서의 냉난방을 해결하고, 물탱크와 연결하면 급탕까지 구현합니다. 친환경적이고 고효율 운전을 할 수 있기 때문에 유럽, 일본, 중국 등 주요 난방 시장에서는 신재생에너지로 지정되어 널리 보급되고 있습니다.

## 31주 (주)오티에스

### 접속핀과 절연밴드를 이용한 CCTV 카메라 승하강 장치

(주)오티에스 송무상 기술총괄 이사, 문채영 부소장, 채민욱 대리가 개발한 CCTV 카메라 승하강 장치는 공공기관 및 각종 산업현장에서 고소에 설치된 CCTV 카메라의 예방점검 및 장애복구를 위하여 지상에서 안전하고 경제적으로 유지보수를 할 수 있도록 하는 장치입니다. 유지보수 작업자의 편의성을 높였고 제품을 소형, 경량화하여 설치장소에 제약이 없습니다.



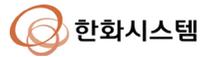
## 32주 삼성중공업(주)

### 스마트 선박의 선내 솔루션 플랫폼

삼성중공업(주) 박종진 파트장, 차지혜 프로, 이인호 프로, 정두훈 프로가 개발한 스마트



선박의 선내 솔루션 플랫폼은 IMO(International Maritime Organization)의 선박 에너지 효율 관리 계획의 대응 목적으로 만들어졌습니다. 본 플랫폼을 통해 항해 중인 선박은 경제성, 안정성, 효율성 측면에서 선박 운영관리를 할 수 있습니다. 또한 선박 설계 데이터, 선박별 운동 성능 데이터까지 가미해 제품을 개발했습니다.



**항공기용 피아식별장비 성능개량사업 수주**

한화시스템(주), 방위사업청과 5,500억 원 규모 항공기용 피아식별장비(IFF) 성능개량사업 계약을 체결하였다.



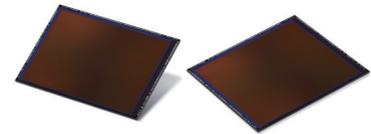
**한국표준협회와 자동차품질 신뢰성 제고 MOU**

(주)에스피아이디, 한국표준협회와 자동차품질 신뢰성 제고를 위한 상호 업무협약을 체결하였다.



**업계 최초 '1억 800만 화소' 모바일 이미지센서 상용화**

삼성전자(주), 업계 최초로 1억 800만 화소의 모바일 이미지센서 '아이소셀 브라이트 HMX'를 선보였다.



**'초엣지' MEC 신기술 공개**

SK텔레콤(주), 세계 최초로 기지국 단에 모바일엣지 컴퓨팅(MEC)이 적용 가능한 '초(超)엣지' 기술을 공개하였다.



**'알젠' 원천기술, 미국 특허 등록**

(주)루트로닉, 망막 치료 레이저 '알젠(R:GEN)'의 원천기술이 미국 특허로 등록되었다.



**중국 티몰 글로벌과 파트너십 구축 위한 MOU**

애경산업(주), 중국 최대 전자상거래 플랫폼 '티몰 글로벌'과 공동 마케팅 활동 등 사업 개발 및 혁신 협력 강화를 위한 협약을 체결하였다.



**'핸디마사지기' 멕시코 수출**

(주)메디칼드림, 충전 방식으로 된 무선 '핸디마사지기'를 멕시코에 수출한다.



**코란도 가솔린 국내 SUV 유일 '저공해 차' 인증**

(주)쌍용자동차, 새로 출시한 '엔트리 패밀리 SUV' 코란도 터보 가솔린 모델이 국내 SUV 중 유일하게 저공해 3종 자동차 인증을 획득하였다.



koita MEMBER NEWS는 회원사의 활동을 홍보하는 지면입니다. 회원사가 자유롭게 게재할 수 있는 공간으로 수출이나 수상소식 등을 널리 알리는 데 활용하시기를 바랍니다.

**posco**  
**포스코강판**

**고해상도 포사아트 기술 개발**

(주)포스코강판, 기존 프린트 강판보다 4배 이상 선명한 고해상도 이미지 인쇄가 가능한 포사아트 (PosArt) 기술을 개발하였다.



주식회사 세원하드페이싱  
**SEWON HARDFACING**

**반도체용 Y2O3 코팅 소재 국산화 성공**

(주)세원하드페이싱, 반도체용 Y2O3 코팅 소재의 국산화 개발에 성공하였다.



**abl bio**  
Medicine for a better life

**항 α-syn 항체 관련 특허 취득**

에이비엘바이오(주), 항 α-syn 항체 및 그 용도에 관한 특허권을 취득하였다.



**KORECEN**

**KT와 통합 망분리 솔루션 '위즈박스' 활성화 MOU**

(주)코리센, (주)KT-(주)머큐리-(주)이노티움과 통합 망분리 솔루션 '위즈박스' 활성화를 위한 업무협약을 체결하였다.



**koita**  
**Member**  
**News**

**유니슨**

**4.2MW 풍력터빈 KS인증 획득**

유니슨(주), 육·해상 공용으로 개발한 4.2MW-U136 (Wind Class IA) 풍력터빈에 대한 국내 KS인증을 획득하였다.



**LIG** 넥스원

**'CMMI 레벨 5' 획득**

LIG넥스원(주), 연구개발 역량평가의 국제적 기준 CMMI(Capability Maturity Model Integration)의 레벨 5의 5회 연속 인증에 성공했다.



**SD**

**'메디에이스3D' GS인증 1등급 획득**

(주)리얼디멘션, 국내 최초 맞춤형 3D 프린팅 보조기 디자인 전용 소프트웨어 '메디에이스 3D'가 한국정보통신기술협회로부터 GS인증 1등급을 획득하였다.



**에스원**

**지능형 영상감시시스템, VMS 분야 최초 TTA 인증 획득**

(주)에스원, 지능형 영상감시시스템 SVMS가 한국정보통신기술협회로부터 영상보안시스템용 통합관리시스템 분야 인증을 최초로 획득하였다.





**스크럽용 메시망·타월 개발**

(주)코스메카코리아, 스크럽과 저자극 기능성 케어를 한번에 해결할 수 있는 스크럽용 메시망·타월을 개발하였다.



**건설 추락사고 예방 ‘체결지킴이’ 개발**

(주)한림기술, 근로자가 추락위험 지역에 진입하면 주의신호를 발생해 건설현장 추락 사고를 방지할 수 있는 스마트 안전장비 ‘체결지킴이’를 개발했다.



**피코레이저 피코하이(PICOHI) 해외 진출 가속화**

(주)하이로닉, 13년간의 집약된 노하우와 기술력을 바탕으로 피코레이저 피코하이(PICOHI)를 개발하여 해외 시장에서 판매 성과를 이루고 있다.



**(주)더플랜잇과 순식물성 식품원료 재배기술 공동 개발**

(주)이지팜, (주)더플랜잇과 육류 대체 식물성 식품과 천연 원료 재배기술 공동개발을 위한 업무협약을 체결하였다.



**3세대 수액 ‘피노멜’ 유럽 시장 첫 진출**

JW생명과학(주), 국내 제품명 워너프의 3세대버 종합 영양수액제 피노멜이 유럽 시장에 진출하였다.



**미 펠킨엘머와 ‘줄리 스테이지’ OEM 공급계약 체결**

(주)나노엔텍, 미국 글로벌 분석기기 제조사 펠킨엘머와 세포 모니터링 분석기 ‘줄리 스테이지’에 대한 장기 OEM 공급 계약을 체결하였다.



**비알콜성 지방간염 치료용 약학 조성물 특허 획득**

(주)바이오토크, 비알콜성 지방간염을 예방 또는 치료할 수 있는 약학 조성물에 대한 국내 특허권을 취득하였다.



**감초 유래 소화기능 개선 조성물 국내 특허**

(주)뉴트리, 감초 유래 글라블라딘을 유효성분으로 하는 소화기능 개선용 조성물에 대한 국내 특허권을 취득하였다.



**위니아딤채**  
2020년형 딤채 출시

(주)위니아딤채, 식재료 보관, 빙은 숙성 기능을 강화한 2020년형 김치냉장고 '딤채' 신제품 74종을 출시하였다.



**HYUNDAI**  
'2020 그랜드 스타렉스' 출시

현대자동차(주), 스타렉스 최초로 블루링크를 지원하는 내비게이션과 리놀륨 플로어 카펫을 적용한 '2020 그랜드 스타렉스'를 출시하였다.



**KCC**  
13MW급 지붕형 태양광발전소 완공

(주)KCC, 중부권 최대 규모 13MW급 지붕형 태양광 발전소를 대죽공장에 완공하였다.



**Real iDentity**

(주)푸시플시스템과 해킹 방지 도어록 생산 MOU

(주)리얼아이덴티티, (주)푸시플시스템과 위조지문을 차단하고 해킹을 방지하는 디지털 도어록 생산을 위한 업무협약을 체결하였다.



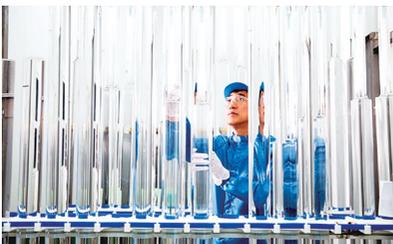
**DSME**  
대우조선해양  
그리스 해운사 마란가스로부터 LNG 운반선 수주

대우조선해양(주), 그리스 최대 해운사 마란가스로부터 17만 4,000m³ 규모의 LNG 운반선 1척을 수주하였다.



**LS전선**  
네팔 고산지대 '광통신망 구축사업' 수주

LS전선(주), 네팔 고산지대에 광통신망을 구축하는 사업을 수주하였다.



**한국서부발전(주)**  
KOREA WESTERN POWER CO., LTD.  
VR·AR 교육 콘텐츠 공동개발 MOU

한국서부발전(주), 울시스템(주)-(주)라이코퍼레이션과 함께 VR·AR 콘텐츠 공동개발을 위한 업무협약을 체결하였다.



**koscom**  
로봇 프로세스 자동화 시장 진출

(주)코스콤, 업무자동화(RPA) 솔루션 기업 유아이 패스코리아와 업무협약 체결하고 로봇 프로세스 자동화 시장에 진출한다.





**제3차 고부가가치 센서 개발과 응용 교육과정**

7월 16일(화)~17일(수). 기업 및 연구소의 생산성 향상 및 기술개발력 제고를 위한 제3차 고부가가치 센서 개발과 응용 교육과정을 산기협 대강당에서 개최하였다.

문의: 교육연수팀 권경엽 주임  
02-3460-9138



**제3차 인공지능과 딥러닝 기본과정**

7월 18일(목)~19일(금). 기업 및 연구소의 생산성 향상 및 기술개발력 제고를 위한 제3차 인공지능과 딥러닝 기본과정을 산기협 회관에서 개최했다.

문의: 교육연수팀 권경엽 주임  
02-3460-9138



**영남권 KITECH-KOITA 전문기술교육**

7월 19일(금). 회원사 R&D 역량 및 기업경영 제고를 위한 영남권 KITECH-KOITA 전문기술교육(첨단부리기술)을 한국생산기술연구원 울산 지역본부에서 개최하였다.

문의: 영남사무소 홍명기 선임과장  
051-642-2953



**주 52시간 대응 기업연구소 현장간담회**

7월 19일(금). 기업연구소의 주 52시간 관련 애로 청취 및 제도 개선방안 논의를 위한 현장간담회를 산기협 회관에서 개최했다.

문의: 정책기획팀 김아람 주임  
02-3460-9037



**전문연구요원 제도개선을 위한 국회토론회**

7월 23일(화). 산업계 전문연구요원 정원감축에 따른 제도개선을 위한 국회토론회를 국회의원 회관에서 개최했다.

문의: 정책기획팀 김아람 주임  
02-3460-9037



**영남권 KIMS-KOITA 전문기술교육**

7월 23일(화). 회원사 R&D 역량 및 기업경영 제고를 위한 KIMS-KOITA 전문기술교육(용접 공정 및 Case Study)을 재료연구소에서 개최하였다.

문의: 영남사무소 홍명기 선임과장  
051-642-2953



**정부연구개발지원제도 및 산기협 사업설명회**

7월 29일(월). 정부연구개발지원제도 및 산기협 사업설명회를 산기협 대강당에서 개최하였다.

문의: 회원지원팀 강명은 대리  
02-3460-9044



**이공계 병역특례제도 관련 KBS 열린토론 라디오**

7월 30일(화). 이공계 병역특례제도 감축에 대한 산업계 입장전달을 위해 서울 여의도 KBS 본관에서 진행되는 KBS 열린토론 라디오에 참여하였다.

문의: 정책기획팀 김아람 주임  
02-3460-9037



### 한-베트남 R&D·혁신·경제성장 포럼

8월 1일(목). 베트남 정부, 학계 등을 대상으로 한국 기업 R&D 현황 소개 및 양국 협력방안 제시를 위한 한-베트남 R&D·혁신·경제성장 포럼을 베트남 중앙경제관리원에서 개최하였다.

문의: 기술협력팀 공성민 대리  
02-3460-9060



### 산업계 전문연구요원 축소 관련 산업계 의견 전달

8월 1일(목)~2일(금). 산업계 전문연구요원 정원 축소와 관련한 산업계의 의견을 전달하고 협조를 구하기 위해 중소기업벤처부, 국방부에 의견을 전달하였다.

문의: 정책기획팀 김아람 주임  
02-3460-9037



### 산업계 전문연구요원 성과와 발전 토론회

8월 6일(화). 국방 환경 변화에 따른 전문연구요원제도 발전 방향 논의를 위한 산업계 전문연구요원 성과와 발전 토론회를 엘타워에서 개최하였다.

문의: 기술인력지원팀 송재민 주임  
02-3460-9084



### 총청권 정부연구개발지원제도 및 산기협 사업설명회

8월 8일(목). 연구소 사후관리 및 지원사업 안내를 위한 총청권 정부연구개발지원제도 및 산기협 사업설명회를 대전사무소에서 개최하였다.

문의: 대전사무소 이성은 주임  
042-862-0147



### 영남권 사업제안서 분석 및 작성 스킬

8월 20일(화). 회원사 R&D 역량 및 기업경영 제고를 위한 영남권 사업제안서 분석 및 작성 스킬을 대구 SW융합테크비즈니스센터에서 개최하였다.

문의: 영남사무소 정다연 사원  
051-642-2951



### 제3차 호남기술경영인클럽 운영위원회

8월 20일(화). 제26회 KOITA 기술경영인 개최 결과 보고 및 제7회 정기모임 개최 논의 등을 위한 제3차 호남기술경영인클럽 운영위원회를 김녕관에서 개최하였다.

문의: 대전사무소 이성은 주임  
042-862-0147



### CTO클럽 8월 정례모임

8월 22일(목). 기업 간 협력 및 선진기술 정보 공유를 위한 CTO클럽 8월 정례모임을 인터컨티넨탈 서울 코엑스에서 개최하였다.

문의: 전략기획본부 이동기 차장  
02-3460-9074



### 한국과학기술자협회 과학언론이슈 토론회

8월 23일(금). 전문연구요원제도의 논란에 대해 언론, 과학기술계, 교육계, 산업계가 함께 해법을 찾기 위한 한국과학기술자협회 과학언론이슈 토론회에 참가하였다.

문의: 정책기획팀 김아람 주임  
02-3460-9037

SUN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
	CTO클럽 제4회 연구회 산기협 2층 중회의실 18:20~20:30  2(월)~3(화) 린 UX 디자인 기반의 인터페이스 기획 & 디자인 실무과정 산기협 L층 교육장 09:00~18:00	연구개발비 및 정부출연금 세무회계 처리 실무 SW/융합테크비즈니스센터 10:00~17:00  정부 R&D 사업-과제 선정 평가 대응전략 산기협 대강당 10:00~17:00  3(화)~5(목) 제150차 KIST-KOITA 유기물질 분석기술 전문과정 KIST(홍릉) 09:00~18:00	연구개발비 및 정부출연금 세무회계 처리 실무 산기협 대강당 10:00~17:00  제43회 기업 간 동반성장 기술포럼 LS산전 15:00~18:30  4(수)~6(금) 2019년 제3차 신입(초급)연구원 R&D 핵심역량 강화교육 산기협 L층 교육장 09:30~17:30	제45회 조찬세미나 엘타워 07:30~09:00  퇴직급여-퇴직연금 회계처리 실무 전남대학교 G&R Hub 13:30~17:30  근로감독 대비 인사노무 체크포인트 산기협 대강당 14:00~18:00  5(목)~6(금) 광섬유 구조설계 및 제조공정 기술 미정 09:00~17:50	수출입 세무회계 실무 산기협 대강당 10:00~17:00  주사전자원미경 분석의 이해 한국에너지기술연구원 12:50~17:10	
<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>
	2019년도 제9회 기업연구소·연구 개발전담부서 정기상담회 산기협 대강당 14:00~17:00	성과 Up 팀원 능력개발 산기협 대강당 10:00~17:00				
<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>
		R&D 기획과 기획서 작성 산기협 대강당 10:00~17:00  제7회 호남기술경영인클럽 정기모임 미정 17:30~20:00  17(화)~18(수) 2019년 제2차 R&D부서 팀장 및 리더 역량강화 교육과정 산기협 L층 교육장 09:30~18:00	쉽게 배우는 마케팅 산기협 대강당 10:00~17:00	2019 청년과학기술인 일자리 박람회 한양대학교올림픽체육관 10:00~17:00  이공계 전문기술 연수사업 주관기관 간담회 미정 14:00~16:00  제43회 영남기술경영인협회회 정기모임 미정 16:00~18:00	영남권 연구소·전담부서 정기상담회 및 사업설명회 영남사무소 10:00~16:40  대전충청권 연구소·전담부서 정기 상담회 대전사무소 14:00~17:00  20(금)~21(토) 제136회 전국연구소장협의회 정기모임 한국과학기술원(광주)	
				19(목)~20(금) 제4차 고부가가치 센터 개발과 응용 교육과정 산기협 L층 교육장 09:30~18:00 2019년 제4회 기술경영부서장 교육 연구소 견학		
<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>28</b>
	기업연구소·연구개발전담부서 사후 관리 상담회 산기협 대강당 14:00~17:00  23(월)~24(화) 갈등관리와 코칭리더십 산기협 L층 제1강의장 09:30~18:00	성과 Up 팀원능력개발 부산지방 중소기업청 10:00~17:00  사업 제안분석 및 작성 스킬 산기협 대강당 10:00~17:00  정부연구개발지원제도 및 산기협 사업설명회 소상공인시장진흥공단 대전교육센터 14:00~17:00	창조적 문제해결 및 의사결정 능력 향상 산기협 대강당 10:00~17:00  25(수)~27(금) 2019년 제2차 연구개발회계 실무 심화교육 산기협 L층 교육장 09:30~17:30	2019년 신기술(NET)-신제품 (NEP) 수여식 더케이호텔 서울 09:30~13:00  신제품 기획과 개발프로세스 산기협 대강당 10:00~17:00  제27회 충청기술경영인클럽 정기 모임 미정 17:30~20:00  CTO클럽 9월 사랑방모임 스페인클럽 19:00~21:00	경영전략과 기술전략 수립 산기협 대강당 10:00~17:00  대전충청권 연구소·전담부서 정기상담회 대전사무소 14:00~17:00	제6회 임원사 간담회 아시아나C.C. 09:00~13:00
<b>29</b>	<b>30</b>					
	정부연구개발지원제도 및 산기협 사업설명회 산기협 대강당 09:30~12:00	* 8월 12(월)~9월 11(수) 2019년 중소기업 연구인력 지원 사업(신진, 고경력) 접수				

※ 상기 일정은 사정에 따라 변동될 수 있습니다.

# 10 October

SUN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
	* 14(월)-21(월) 제4차 빅데이터 활용전략 및 분석 방법론 산기협 L층 교육장 09:30-18:00	연구개발비 및 정부출연금 세무회계 처리 실무 산기협 대강당 10:00-17:00	산기협 40주년 기념식 및 글로벌 포럼 그랜드인터컨티넨탈 서울 파르나스 10:00-16:30 변화와 혁신 리더십 산기협 대강당 10:00-17:00			
<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
		기초회계 실무 산기협 대강당 10:00-17:00		계정과목별 회계처리와 세무 실무 산기협 대강당 10:00-17:00 정부연구개발지원제도 및 산기협 사업설명회 대전사무소 14:00-17:00	연구개발비 및 정부출연금 세무회계 처리 실무 경남 TP 과학기술진흥센터 10:00-17:00 기술로드맵 작성 산기협 대강당 10:00-17:00	
<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>
CTO클럽 하반기 친선 교류회 클럽모우 11:30-19:00	기업연구소·연구개발전담부서 정기 상담회 산기협 대강당 14:00-17:00	성과 Up 임원 능력개발 산기협 대강당 10:00-17:00	CTO클럽 제5차 운영위원회 그랜드인터컨티넨탈 하교네 07:00-09:00 인사관리 종합실무(직무분석 활용과 역량평가) 산기협 대강당 10:00-17:00 연구개발비 및 정부출연금 세무회계 실무 전남대학교 G&R Hub 13:30-17:30 16(수)-18(금) 제2차 연구생산성 배가를 위한 실험계획법 이론 및 활용 실무과정	성과 Up 팀장 능력개발 산기협 대강당 10:00-17:00 정부 R&D 인증 지원 설명회 대덕테크비즈센터 13:30-17:30	영남권 연구소·전담부서 정기상담회 및 사업설명회 영남사무소 10:00-16:40 효율적인 R&D 조직관리와 성과관리 산기협 대강당 10:00-17:00 대전충청권 연구소·전담부서 정기 상담회 대전사무소 회의실 14:00-17:00 산기협 L층 교육장 09:00-18:00	
<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>26</b>
		제3회 산기협 정책위원회 쉐라톤필라스 다봉 07:30-09:00 영업담당자 능력개발 산기협 대강당 10:00-17:00 전략적 소통 스킬 전북대학교 글로벌 인재관 10:00-17:00	노무관리 기초실무(근로계약에서 퇴직관리) 산기협 대강당 10:00-17:00 2019년 제4차 전국연구소장협의회 운영위원회 한국스리엠 16:00 23(수)-25(금) 제151차 KIST-KOITA 무기물질 분석기술 전문과정 KIST(충청) 09:00-18:00	CTO클럽 10월 정례모임 코엑스 인터컨티넨탈호텔 07:00-09:00 특허와 기술자산 확보(기초) 산기협 대강당 10:00-17:00 세무조사 대비 세금관리 체크포인트 부산창조경제혁신센터 13:30-17:30 24(목)-25(금) 제19회 KRICT-KOITA 유기물질의 기기분석 실습교육 한국화학연구원 09:00-18:00	기술의 사업성분석과 사업화 전략 산기협 대강당 10:00-17:00	
<b>27</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>31</b>		
회장님-정책위원 친선교류회 미정 09:00-18:00	정부연구개발지원제도 및 산기협 사업설명회 산기협 대강당 09:30-12:00 제53회 산기협 미래세미나 산기협 L층 교육장 14:00-17:50	2019년 제4차 영남기술경영인 협의회 운영위원회 및 제10회 영남 -충청 기술경영인 공동교류회 미정 11:00-20:00 2019년 제4차 충청기술경영인클럽 운영위원회 및 제10회 영남-충청 기술경영인 공동교류회 동래베네스트클럽 11:00-20:00	성공하는 프레젠테이션 스킬 산기협 대강당 10:00-17:00 30(수)-31(목) 연료특성분석의 이해(원소·전유황 분석, 발열량·공업 분석) 한국에너지 기술연구원 10:00-17:00			

※ 상기 일정은 사정에 따라 변동될 수 있습니다.

# koita

## Member 제품 소개

Tech-Biz(제품홍보·기술협력)  
- 우수 기술·제품 홍보 및 협력!  
산기협과 함께하세요.

· 등록내용: 연구분야, 제품/기술 사진 및 특징,  
주요 보유장비, 인증 및 수상내역,  
협력 희망내용

· 등록방법: 온라인등록



· 문의처: 한국산업기술진흥협회 회원지원팀  
강명은 대리  
Tel. 02-3460-9044  
E-mail. kme@koita.or.kr

### (주)카리스



#### 건열멸균기(DRYSTER)

##### 개요

- 초살균선(U.V)을 응용한 각종 살균, 멸균 장비와 전기온장고, 핫팩유니트, 원격외선 조사기 등의 다양한 제품을 개발, 생산

##### 기능 및 특징

- 드라이스터는 물을 사용하지 않는 친환경 멸균기로서, 금속제품, 치열교정기, 임플란트 제품, 유리 제품, 바세린 거즈 등을 멸균하기에 적합한 제품
- 온도안정성, 균일한 온도분포
- 인공지능 전자제어 시스템
- 강제순환 시스템
- 자동도어잠금장치(ALS)
- Total solution을 통한 멸균 신뢰성 확보



<건열멸균기(DRYSTER)>

주소	경기도 김포시 하성면 월하로671번길 23-19(원산리)		
전화	031-987-6005	홈페이지	www.karis.co.kr

### (주)인터그래텍



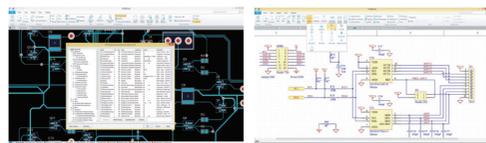
#### 회로 및 PCB 설계솔루션, SOLIDWORKS PCB, 솔리드웍스 PCB

##### 개요

- SOLIDWORKS PCB 제품은 전자회로설계 소프트웨어로 제품 경쟁력 우수  
- 기구CAD와 전자CAD 간의 형합성 검토에 관한 솔루션 제공

##### 기능 및 특징

- 강력한 PCB 설계 기술: 검증된 PCB 설계 엔진, 배선, 실시간 3D 간격 체크, 디퍼렌셜 페어 라우팅(Differential Pair Routing), 통합 설계 규칙 검토
- 효율적인 스케매틱 에디터: 계층 멀티 시트 설계, 전자 규칙 검토, 라이브러리 매니지먼트
- 최고의 설계 효율: PCB ECO, 효율적인 인터페이스, 버전 컨트롤
- 극한의 설계 효율: 핀 스와핑, 부품 배치 규칙, 서플라이어 링크



<회로 및 PCB 설계솔루션, SOLIDWORKS PCB, 솔리드웍스 PCB>

주소	서울특별시 구로구 디지털로33길 55, 1010호(구로동, 이앤씨벤처드림타워2차)		
전화	02-3472-5599	홈페이지	www.igtech.co.kr

**(주)두타기술**



**휴대형 WILDCAT**

**개요**

- 무선통신 장비 전문 개발업체로 무인기 데이터링크용 통신장치, 특수 안테나, 전자전 장치 등을 연구 개발, 생산
- 무선통신 장비 및 안테나 개발 솔루션을 기반으로 제품군 개발

**기능 및 특징**

- 불법 드론의 접근 방지용 재밍장치
- GNSS 신호 및 S/C 대역 C2-링크 신호 재밍
- 소형/경량화된 휴대형 장비
- 배터리 장착형, 2시간 연속 사용
- 주요 수요처: 경찰청, 군부대, 공항시설, 해외 공관 등



<휴대형 WILDCAT>

주소	대전광역시 유성구 지족로364번길 19(지족동) 성훈프라자 304호		
전화	042-716-0006	홈페이지	www.duta-rnd.com

**(주)디벨리**



**3D CUBE(3D 영상 키오스크)**

**개요**

- 무안경 3D 디스플레이 개발 및 제조 기업
- 2D to 3D 컨버팅 기술 확보

**기능 및 특징**

- 2D to 3D 컨버팅
  - 2D 영상을 3D 입체 영상으로 변환
- 3D 영상 키오스크(3D CUBE)
  - 안경 없이 3D 영상을 관람할 수 있는 디스플레이 키오스크
  - 용도 및 규모에 따라 듀얼, 멀티 등으로 구성
  - 주요 모델은 48인치, 2x2 이상으로 확장 가능



<3D CUBE(3D 영상 키오스크)>

주소	서울특별시 금천구 가산디지털1로 168, A동 1306호(가산동, 우림라이온스밸리)		
전화	02-866-3201	홈페이지	www.dvalley.co.kr

**(주)이에스지케이**



**방폭형 휴대용 정전기 측정기 외**

**개요**

- 정전기를 실시간 측정하고 제거하는 제품 생산
- 방폭지역에서 사용 가능한 내압 방폭형 제품 개발

**기능 및 특징**

- 세계 최초의 방폭형 휴대용 제품
- 내압 방폭 인증 Exd IIc T6
- 스마트폰 블루투스 기능, 데이터 로깅
- 측정 범위: -40kV~+40kV
- 액체 및 인체의 정전기 측정 가능



<방폭형 휴대용 정전기 측정기 외>

주소	대전광역시 유성구 테크노2로 160, 405호(용산동, 충남대학교 창업지원센터)		
전화	042-581-3931	홈페이지	www.stopbigfire.com

**(주)어드밴스트 디스플레이테크놀로지**



**의료용 고내구성, 고해상도 모니터**

**개요**

- High end LCD display module 생산 기업
- 주요 분야: 의료용 모니터, 군용, 선박용 특수 모니터 등

**기능 및 특징**

- 외부 온도 변화에 따른 디스플레이 내부 결로 발생 방지
- 디스플레이 선명도 저하 방지
- 외부 광원에 의한 시인성 저하 방지



<의료용 고내구성, 고해상도 모니터>

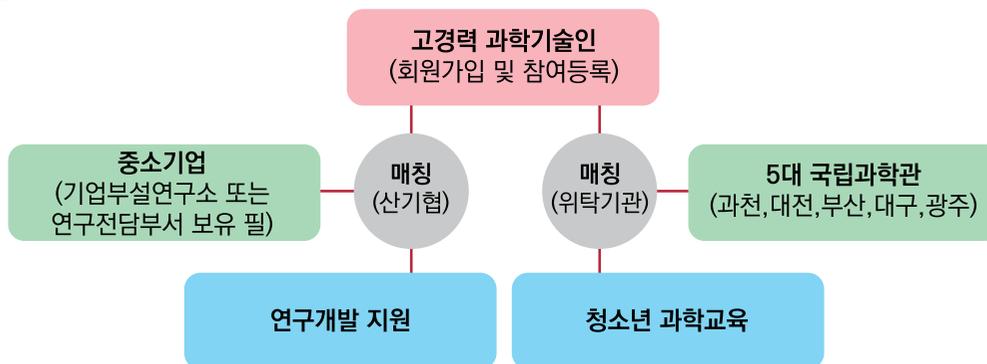
주소	경상북도 구미시 산동면 첨단기업1로 17, 이노플라자관 303호		
전화	054-474-1915	홈페이지	www.opticalbonding.co.kr

# 고경력 과학기술인 활용 지원사업(ReSEAT 프로그램) 참여안내

## ● ‘고경력 과학기술인 활용 지원사업’이란

고경력 과학기술인의 노하우와 경험을 중소기업과 청소년들에게 전파하여 중소기업의 기술역량을 강화하고 과학꿈나무를 지도하는 사업입니다.

## ● 사업 활용체계



## ● 사업 내용

세부사업명	모집분야		주요내용	지원기간											
연구개발 지원	중소기업 기술멘토링	개별	특정분야 기업 R&D문제 해결을 위해 해당 전문가인 고경력 과학기술인이 기업 애로해결 지원(1:1 방식)	협약 후 5개월 이내											
		공통	복합적인 기업 R&D문제 해결을 위해 각 분야별 고경력 과학기술인이 기업 애로해결 지원(1:다수 방식)												
	상시 현장자문	고경력 과학기술인의 산업현장 방문을 통한 상담·컨설팅 지원으로 중소기업의 기술 및 경영 등 애로사항 해결지원 <지원분야> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>내용</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>기술자문</td> <td>핵심기술, 보완기술, 제품기술, 공정기술 등 자문 및 자료 제공</td> </tr> <tr> <td>생산·시설</td> <td>생산성 향상, 생산 공정 개선, 신규 공정 기획 등 자문</td> </tr> <tr> <td>기술마케팅</td> <td>기술도입, 기술수출, 기술사업화 등</td> </tr> <tr> <td>기술경영</td> <td>기술기획, 기술관리, 기술인프라, 기술사업화 등 기술경영 기법 자문</td> </tr> <tr> <td>기타</td> <td>통·번역, 조세/인력/자금 등 지원제도 활용 등</td> </tr> </tbody> </table>		구분	내용	기술자문	핵심기술, 보완기술, 제품기술, 공정기술 등 자문 및 자료 제공	생산·시설	생산성 향상, 생산 공정 개선, 신규 공정 기획 등 자문	기술마케팅	기술도입, 기술수출, 기술사업화 등	기술경영	기술기획, 기술관리, 기술인프라, 기술사업화 등 기술경영 기법 자문	기타	통·번역, 조세/인력/자금 등 지원제도 활용 등
구분	내용														
기술자문	핵심기술, 보완기술, 제품기술, 공정기술 등 자문 및 자료 제공														
생산·시설	생산성 향상, 생산 공정 개선, 신규 공정 기획 등 자문														
기술마케팅	기술도입, 기술수출, 기술사업화 등														
기술경영	기술기획, 기술관리, 기술인프라, 기술사업화 등 기술경영 기법 자문														
기타	통·번역, 조세/인력/자금 등 지원제도 활용 등														
청소년 과학교육	과학관 전시주제 심층해설	청소년의 과학기술에 대한 이해와 관심 제고를 위해 5대 국립과학관(과천, 대전, 부산, 대구, 광주) 전시주제를 심층해설													
	과학꿈나무 지식멘토링	초등·중학생 대상으로 실시하는 창조적 사고와 문제해결능력 배양을 위한 과학교육 멘토링 ※ 과학관 인근학교와 협조하여 사회적 배려계층 자녀 우선 지원													
	청소년 과학교실	과학관 및 과학관 소재 지역의 초등·중학교에 방문하여 과학 특강교실 실시													

● 중소기업 기술멘토링 진행 절차



● ReSEAT 프로그램 참여 자격기준

고경력 과학기술인(개인)
<p>국내 과학기술계 연구기관, 과학기술관련 단체 및 기관, 대학, 기업연구소 등에서 퇴직한 만 50세 이상인 자로 다음 각 세부기준에 해당하는 자 중</p> <p>① 과학기술계 정부출연 또는 지자체, 전문생산기술 연구기관에서 책임연구원급 이상인 자    ② 대학 부교수급 이상인 자                      ③ 산업체 기술개발 임원(연구소장) 또는 연구경력 20년 이상인 자    ④ 정부 또는 지자체 과학기술정책 경력 20년 이상인 자(학위, 전공 무관)</p> <p>단, 고경력 과학기술인 활용지원 홈페이지(www.reseat.or.kr) 등록자이어야 하며 고용보험 미가입 자, 사업자등록을 하지 않은 자, 타 과학기술기금사업에 참여하고 있지 않은 자에 한함</p>
중소기업(기업)
<p>「기초연구진흥 및 기술개발지원에 관한 법률」 제14조의2(기업부설연구소 또는 연구개발 전담부서의 인정 등)에 따른 기업부설연구소 및 연구개발전담부서를 보유한 중소기업</p>

● ‘고경력 과학기술인’사업 참여방법

- ① ReSEAT 홈페이지(<http://www.reseat.or.kr>) 접속
- ② ‘고경력 과학기술인 자격기준’을 보고 본인의 자격 여부 확인
- ③ 화면 상단의 ‘회원가입’ 진행
- ④ 회원가입 후 ‘ReSEAT프로그램 참여 등록’에 개인 이력 작성
- ⑤ ReSEAT 홈페이지 및 산기협 홈페이지에 올라오는 모집공고를 확인 후 내용에 맞춰 참여신청

● 문의처

한국산업기술진흥협회 기술개발지원본부 기술인력지원팀 ReSEAT 사무국

Tel: 02-3460-9063, 9064, 9068 FAX: 02-3460-9159 E-mail: reseat@koita.or.kr



\* 이 사업은 과학기술정보통신부 과학기술진흥기금 및 복권기금으로 운영됩니다.

# 기업의 기술고민, 길을 찾아드립니다!

기술전문가의 자문이 필요하신가요?  
기술장비가 필요하신가요?  
기술고민 때문에 막막하신가요?  
기업의 기술애로 해결을 원하시면  
국번없이 1379로 지금 전화하세요.



## 기업공감원스톱지원센터는,

과학기술정보통신부 산하 출연(연) 및 정부 부처 전문기관 등 70여개 기관의 기술노하우와 연구·시험장비 등을 활용하여 중소·중견기업의 기술애로를 해결해드립니다.

## 지원내용



# 2019 청년과학기술인 일자리박람회

## 기업 참가안내

행사명	2019 청년 과학기술인 일자리박람회
일시/장소	2019.9.19(목) 10~17시 / 한양대학교 올림픽체육관
주최·주관	과학기술정보통신부, 한양대학교, KB국민은행, 한국산업기술진흥협회, 서울지방중소벤처기업청, 4대 과기원, 한국여성과학기술인지원센터, 과학기술일자리진흥원, 한국무역협회, 중소기업기술혁신협회, 청년재단, 국가과학기술연구회, 코스닥협회
규모	100개사 / 3,000명
대상	우수 이공계 인재 채용을 원하는 기술혁신형 기업 및 이공계 미취업자   참가 대상 구직자 현황   · 한양대학교, 4대 과기원 인재 등 전국대학(원) 및 전문대학 졸업(예정)자 · 전문연구요원 희망 석·박사 인력 등 · 이공계 전문기술 연수사업 연수생 등 · 알앤디잡 및 잡코리아 개인회원 등 · 이공계 미취업자 등
참가방법	알앤디잡( <a href="http://www.rndjob.or.kr">www.rndjob.or.kr</a> )공지사항 → 기업참가안내 → 참가신청서 다운로드 → 이메일 접수( <a href="mailto:sjm@koita.or.kr">sjm@koita.or.kr</a> ) ※ 접수 마감일: 2019.8.28(수) 17:00까지
문의처	'2019 청년 과학기술인 일자리박람회' 운영사무국 ✉ <a href="mailto:sjm@koita.or.kr">sjm@koita.or.kr</a> ☎ 02-3460-9084 📠 02-3460-9159

### 참가기업 혜택

#### 1 기본부스 / 시설 무료제공

- 기본 채용부스 1개(2x2m) 및 상호간판
- 상담테이블
- 주차권(기업당 1매), 식권(기업당 2매)
- ※ 부스 디자인/사양은 변경 될 수 있습니다.

#### 2 KB굿잡 채용지원금 및 우수기업 금리우대

- 2019 청년 과학기술인 일자리박람회를 통해 정규 직원을 채용한 구인기업에는 「KB굿잡 채용지원금」지원 예정  
**(채용 정규 직원 1인당 100만원 / 기업당 최대 1,000만원 이내)**
- KB국민은행 기업대출을 **신규**로 받고자 하는 참가기업 대상, **금리(0.5%p~최대1.3%p) 우대 혜택** 제공

#### 3 홍보 및 채용 지원

- 분회 및 유관기관 보유 구직자 대상 채용정보 제공 및 기업홍보 실시
- 홈페이지(<http://rndjob.jobkorea.co.kr>)를 통한 사전·사후 참가기업 상세정보 및 채용정보 게재
- 기업 채용정보 디렉토리북 등 홍보물 제작 및 배포
- 사전·사후 기업 수요에 맞춘 인력추천 및 연계(대학 및 유관기관 활용)



기술로 내일을 힘겨움으로 마련함

# 기술혁신으로 미래를 열어갑니다.

지난 40년, KOITA는 기술혁신의 허브로서 우리나라의 기술개발과 산업발전에 기여해 왔습니다.  
앞으로도 늘 회원사와 협력하고 더불어 성장하는 산업기술혁신의 든든한 파트너가 되겠습니다.



한국산업기술진흥협회 40주년

koita 한국산업기술진흥협회